NEUE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE UND...

Adolf Schlagintweit, Hermann von Schlagintweit



NEUE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE

UND DIE

GEOLOGIE

DER

ALPEN.

NEUE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE

UND DIE

GEOLOGIE

DER

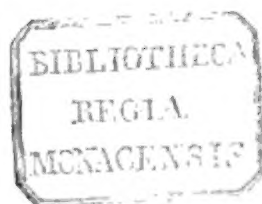
ALPEN

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT UND HERMANN SCHLAGINTWEIT.

MIT EINEM ATLAS VON XXII TAFELN.

LEIPZIG,
VERLAG VON T. O. WEIGEL.
1854.



SEINER MAJESTAET

FRIEDRICH WILHELM IV

KOENIG VON PREUSSEN

WIDMEN

DIESE NEUEN UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE ALPEN

IN UNTERTHÄNIGSTER EHRERBIETUNG

UND MIT TIEFGEFÜHLTEM DANKE

DIE VERFASSER.

VORWORT.

Nach wiederholtem längeren Aufenthalte in den Alpen, versuchten wir unsere neuen Beobachtungen in diesem Bande niederzulegen, der sich unmittelbar an unsere im Jahre 1850 herausgegebenen Untersuchungen anschliesst.

Während wir uns früher vorzugsweise in den östlichen Alpen aufgehalten hatten, besuchten wir im Sommer und Herbst 1851 die Schweiz, Piemont und Savoyen und berührten zugleich bei unserer Rückkehr durch Frankreich die westlichen Gruppen der Alpen. Ein grosser Theil der Beobachtungen wurde in den Umgebungen des Monte-Rosa, im Wallis und in Piemont angestellt. Wir waren so glücklich, die erste barometrische Messung des Monte-Rosa-Gipfels, 14284 P.F., ausführen zu können, und fanden Gelegenheit, auf einer kleinen Hütte auf der südöstlichen Abdachung des Monte-Rosa vierzehn Tage in einer Höhe von 9734 P. F. zu verweilen.

Die Umgebungen der Zugspitze in den bayerischen Alpen besuchten wir gemeinschaftlich im Jahre 1852; Adolph Schlagintweit hielt sich auch im folgenden Sommer, 1853, längere Zeit in diesem Theile der Alpen zum Zwecke geologischer Beobachtungen auf.

Das Material des vorliegenden Buches wurde in vier Theile gesondert. Der erste enthält die Höhenbestimmungen und die Berichte über die topographischen Verhältnisse einiger besonders hoher Punkte in den

Umgebungen des Monte-Rosa. Die topographische Karte des Monte-Rosa, Tafel I des Atlas, wurde von uns in acht Blättern aufgenommen und von Herrn H. Lange mit vorzüglicher Sorgfalt in einem Blatte gezeichnet.

Wir erwähnen mit besonderem Danke das Wohlwollen, mit welchem uns von der königl. sardinischen Regierung die Originalaufnahmen des piemontesischen Theiles dieser Karte zugestellt wurden; für die nördliche Seite bot uns die treffliche Karte der südlichen Wallisthäler von G. Studer eine wesentliche Unterstützung.

Der zweite Theil, Geologische und physicalische Untersuchungen, wurde von Adolph Schlagintweit, der dritte, Meteorologische Untersuchungen, von Hermann Schlagintweit bearbeitet.

Durch die Güte des Herrn Professors Ehrenberg war es uns gestattet, seine ungemein interessante Abhandlung über die mikroskopischen Organismen in den Alpen unserem Buche einverleiben zu dürfen.

Im vierten Theile sind die geologischen Beobachtungen von Adolph Schlagintweit über die Umgebungen der Zugspitze und des Wettersteines und Bemerkungen über das Kaisergebirge in Tirol von Robert Schlagintweit enthalten; auf Tafel XXII des Atlas und Kapitel XVIII wagten wir den Versuch, in einer allgemeinen Darstellung die physikalischen Verhältnisse der Alpen vergleichend zusammenzufassen; es ist unsere angenehmste Pflicht, dabei mit dem tiefsten Dankgefühle der vielfachen, liebevollen Belehrungen zu gedenken, welche wir besonders bei diesem Theile, sowie bei all unseren Arbeiten der uns unschätzbaren Freundschaft Herrn von Humboldt's verdanken.

Von den Tafeln des Atlas wurden die landschaftlichen Ansichten nach unseren Aquarellen und Zeichnungen, die unmittelbar nach der Natur ge-

macht waren, von Herrn LOEILLOT mit sorgfältiger Treue und in der bekannten Vortrefflichkeit dieser Anstalt in Tondruck ausgeführt, die Tafeln mit Karten und Profilen wurden in der lithographischen Anstalt des Herrn KRAATZ mit grösster Sorgfalt gestochen. Wir benützen mit Vergnügen diese Gelegenheit, den Herren KRAATZ und LOEILLOT unsern Dank für ihre Bemühungen zu wiederholen.

Zugleich erscheinen bei J. A. BARTH in Leipzig die beiden Reliefe des Monte-Rosa und der Zugspitze und ein Heft von photographischen Karten nach diesen Reliefen (Vergl. Theil IV, Cap. XVIII), unter dem Titel: Épreuves de cartes géographiques, produites par la photographie d'après les reliefs du Mont-Rose et de la Zugspitze.

Wir sind so glücklich, durch die Vermittelung von ALEXANDER VON HUMBOLDT in gnädigem Auftrage Sr. Majestät des Königs von Preussen und der englischen ostindischen Compagnie eine mehrjährige Reise nach Ostindien und dem Himalaya, in Begleitung unseres Bruders ROBERT, unmittelbar nach Vollendung dieses Buches antreten zu können. Die mannigfachen Vorbereitungen, welche zum Theil mit der Vollendung dieses Buches zusammenfielen, dürften vielleicht hier nicht unerwähnt bleiben, um daran die Bitte um nachsichtige Beurtheilung unserer Arbeiten zu knüpfen. Möchten diese neuen Untersuchungen dieselbe gütige Aufnahme finden, welche unseren früheren Bestrebungen in so wohlwollender Weise gewährt wurde.

BERLIN, im Juni 1854.

INHALT.

ERSTER THEIL.

HYPSOMETRISCHE BESTIMMUNGEN IN DEN WESTLICHEN ALPEN

von

ADOLPH SCHLAGINTWEIT und HERMANN SCHLAGINTWEIT.

Instrumente und Stationen der correspondirenden Beobachtungen.

I. Tabellarische Zusammenstellung der Höhenbestimmungen von 1851.

II. Über die Lage und die Höhenverhältnisse des Monte-Rosa.

III. Höhenbestimmungen in den Umgebungen der Zugspitze in den bayerischen Alpen.

ZWEITER THEIL.

GEOLOGISCHE UND PHYSICALISCHE UNTERSUCHUNGEN

von

ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

CAP. I.

Allgemeine Bemerkungen über die geologischen Verhältnisse der Alpen.

Seite

CAP. II.

Beobachtungen über die Neigungsverhältnisse der Thäler, der Bergabhänge und der Gipfel.

CAP. III.

Ueber die orographische und geologische Structur der Gruppe des Monte-Rosa.

CAP. IV.

Bemerkungen über die schalige Absonderung, welche der Granit und der Gneis in den Alpen zeigen.

CAP. V.

Ueber die Menge der Kohlensäure in den höheren Schichten der Atmosphäre.

CAP. VI.

Ueber die Temperatur des Bodens und der Quellen.

Seite

A. Temperatur der oberen Bodenschichten bis zur Tiefe von 1 Meter.

B. Temperatur der Quellen.

CAP. VII.

CAP. VIII.

Bericht über die mikroskopischen Organismen auf den höchsten Gipfeln der europäischen Centralalpen, und über das kleinste Leben in den bayerischen Kalkalpen von Prof. Ehrenberg.

DRITTER THEIL.

METEOROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

von

HERMANN SCHLAGINTWEIT.

CAP. IX.

Beobachtungen über die täglichen Veränderungen der Temperatur in den höheren Theilen der Alpen.

CAP. X.

Beiträge zur Kenntniss der mittlern Temperaturvertheilung.

Seite

I. Normalstationen der Alpen.

II. Monatliche Mittel neuer Beobachtungsstationen.

III. Absolute und mittlere Veränderlichkeit.

CAP. XI.

Ueber den Gang des Barometers.

CAP. XII.

Bemerkungen über das Aneroidbarometer.

CAP. XIII.

Beobachtungen über die atmosphärische Feuchtigkeit.

CAP. XIV.

Ueber einige optische Erscheinungen der Atmosphäre.

CAP. XV.

Ueber die Verbreitung und die Ausdehnung der Gletscher in den verschiedenen Alpengruppen.

VIERTER THEIL.

CAP. XVI.

Beobachtungen über die geologischen Verhältnisse der bayerischen Alpen in den Umgebungen der Zugspitze und des Wettersteines von Adolph Schlagintweit.

CAP. XVII.

Bemerkungen über die physicalische Geographie des Kaisergebirges von Robert Schlagintweit.

Seite

CAP. XVIII.

Erläuterungen zur vergleichenden Darstellung der physicalischen Verhältnisse der Alpen; von Adolph Schlagintweit und Hermann Schlagintweit.

Verzeichniss der Tafeln und Karten des Atlas.

ERSTER THEIL.

HYPSOMETRISHE BESTIMMUNGEN

IN DEN

WESTLICHEN ALPEN

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT UND HERMANN SCHLAGINTWEIT.

HYPSOMETRISCHE BESTIMMUNGEN.

INHALT.

Instrumente und Stationen der correspondirenden Beobachtungen.

Die Höhenbestimmungen, welche hier mitgetheilt werden, sind in den Jahren 1851 und 1852 gemacht worden. Wir benützten für beide Beobachtungsreihen dasselbe Barometer, dessen wir uns schon früher bei unseren Beobachtungen in den östlichen Alpen bedient hatten. Im Jahre 1851 hatten wir mehreremale auch ein Thermobarometer angewandt.

Das Barometer ist ein Heberbarometer, von A. Greiner in München, mit No. 47 bezeichnet. Der Durchmesser der Röhre, welche das Quecksilber enthält, ist 5,5 Mill. Die Scala in Millimetern ist auf einen Glascylinder getheilt, welcher über der Barometerröhre verschoben wird. Die Theilungsstriche bilden fast ganze Kreise; indem man beim Ablesen den vorderen und hinteren Theil des betreffenden Striches zum Decken brachte, konnte die Parallaxe mit Sicherheit vermieden werden; die verticale Stellung des Instrumentes wurde durch ein Bleiloth controllirt.

Das Futteral hatte einen Ausschnitt auf der von dem Beobachter abgewendeten Seite, so dass das Licht freien Durchgang hatte, wodurch man sehr scharf auf die Kuppe einstellen konnte. Die Ablesungen wurden grossen Theils von jedem von uns wiederholt; das Instrument wurde stets durch einige kleine Stösse erschüttert, um den Einfluss der Reibung des Quecksilbers gegen die Wände der Röhre zu entfernen[1].

Die Reduction des Barometers auf den Gefrierpunkt wurde nach den Angaben eines Thermometers vorgenommen, welches absichtlich nicht sehr empfindlich gemacht wurde, um sich besser der Temperaturveränderung des Quecksilbers im Barometer anzuschliessen.

Wir warteten stets, bis dieses Thermometer mit einem andern übereinstimmte, welches die Temperatur der freien Luft angab[2]. Das Thermometer konnte leicht losgemacht werden, um seinen Nullpunkt zu bestimmen[3].

Um das Eindringen der Luft in den luftleeren Raum zu verhindern, war die Bunten'sche Versicherung auch in dem unteren Theile des langen Schenkels angebracht. Die Dicke des Glases liess für diesen Theil des Instrumentes keine zu grosse Zerbrechlichkeit befürchten.

Diese Vorsichtsmaassregeln hätten allerdings nicht hingereicht um zu verhindern, dass Luft in den leeren Raum eingedrungen wäre in Folge von Absorbtion an der Oberfläche des Quecksilbers, welches mit der Luft in Berührung ist[4]; aber es scheint, dass auf diese Weise in einem Heberbarometer, in welchen diese Oberfläche sehr klein ist, nicht leicht Luft eindringt. Wir konnten niemals das geringste Luftbläschen in dem umgekehrten Barometer bemerken, auch haben wir stets in unserm Beobachtungs-Journale notirt, so oft die Quecksilbersäule beim Umkehren an den Wänden der Röhre festhaftete; es fand dieses sehr häufig während der ganzen Dauer der Reise Statt. Von Zeit zu Zeit wurde auch die Höhe der Kuppe in

---

1) Nach Bohnenberger können die Differenzen der Ablesung vor und nach der Erschütterung bei einer Röhre von 9 Millm. Durchmesser sich bis auf 0,07 und selbst bis auf 0,11 Millm. erheben. Pogg. Annal. VII. S. 382 und Bravais und Martins nouv. mém. acad. Bruxelles. T. XIV. p. 43.

2) Schon Ramond (Recherches sur la formule barométrique p. 195) hat auf die Nothwendigkeit aufmerksam gemacht, die Angaben des Thermometers am Barometer in möglichste Uebereinstimmung mit der wahren Temperatur des Quecksilbers zu bringen. Es scheint, dass man eine ganz hinreichende Genauigkeit für hypsometrische Bestimmungen erreicht, wenn man ein etwas unempfindliches Thermometer benützt und die Ablesung des Barometers nicht zu sehr beeilt.

3) Für die Reduction des Barometers Greiner No. 47, welches mit einer Glasscala versehen war, ebenso wie für die Reduction des Barometers vom St. Bernhard, dessen Scala auf Holz ist, haben wir die Tabelle von Muncke benützt; für die übrigen Barometer an den correspondirenden Stationen die Tabellen von Schumacher (Sammlung von Hülfstafeln). Die Ausdehnung des Messings ist dort =0,000018782, jene des Quecksilbers = 0,00018018 für 1° C. — Regnault (mém. de l'instit. XXI. p. 318, 1847) hat die Ausdehnung des Quecksilbers gefunden = 0,00018153. Militzer (Pogg. Annal. LXXX. S. 84) = 0,00017405.

4) Vergl. Davy Philosophical transactions 1822 p. 74.

dem langen Schenkel gemessen, sie blieb constant =0,7 Mill.; sie wäre bei dem Eindringen von Luft niedriger geworden[1].

Die Correction unseres Instrumentes wurde bestimmt durch seine unmittelbare Vergleichung mit dem Barometer FORTIN der Sternwarte zu Paris. Es ergab sich daraus für unser Barometer GREINER eine Correction von +0,21 Mill. Diese Correction hängt von dem Einsetzen der Scala und von der Capillardepression ab; die letztere ist bei einem Heberbarometer eine Differential-Correction, da die Depression in den beiden Schenkeln nicht gleich gross ist.

Die Correctionen der Instrumente, welche zur Berechnung unserer Beobachtungen dienten, sind in der folgenden Liste enthalten; in jenen Fällen, wo dieselben durch eine unmittelbare Vergleichung mit unserem Barometer abgeleitet wurden, ist der Tag der Vergleichung hinzugefügt[2].

Vergleichung der Barometer 1851.

Die Correctionen sind jene Zahlen, welche man den Ablesungen hinzufügen muss, um sie auf die Höhe eines Normalbarometers zurückzuführen.

Zürich, Barometer von HORNER, construirt von OERI; auf der Cantonalschule.	26. Juli	Corr. −0,13	−0,141 nach BRAVAIS, 1842. Mitgetheilt von Hrn. HOFMEISTER.
Bern, Barometer von LODER bei Hrn. Dr. WOLF	4. Aug.	Corr. +0,70	
Genf, Barometer der Sternwarte	—	Corr. +0,54	Bestimmt u. mitgetheilt v. Hrn. PLANTAMOUR.
St. Bernhard, Barometer des Hospitiums	—	Corr. −0,35	Bestimmt u. mitgetheilt v. Hrn. PLANTAMOUR.
Aosta, Barometer des Hrn. CARREL	—	Corr. 0	Die Capillar-Depression von 0,3 ist durch das Einsetzen der Scala eliminirt.
Mailand, Barometer der Sternwarte	—	Corr. +0,557	Bestimmt 1847, mitgetheilt v. Hrn. CARLINI.

1) Vergl. DELCROS Bibl. universelle VIII. 9 u. 12. BESSEL astron. Nachrichten VIII. 136.

2) Die Correction unseres Instrumentes während der Beobachtung im Jahre 1848 war −0,07 Mill. (Unters. phys. geogr. der Alpen. S. 164), es war unterdessen eine neue Scala eingesetzt worden. Bei den Beobachtungen im Jahre 1852 war die Corr. des Bar. 47 durch eine Veränderung an der Scala −0,03 geworden. Siehe unten Abtheilung III, Höhenbest. in den Umgeb. der Zugspitze.

Turin, Barometer von FORTIN . . auf der alten Sternwarte in der Königl. Academie.	11. Oct.	Corr. +0,24	+0,224 nach Hrn. LAUGIER, Paris 1848 22. Juni; nach einer handschriftlichen Note, mitgetheilt durch Hrn. CANTU.
(Paris), Barometer GREINER No. 47, verglichen mit dem Normalbarometer d. Observatoriums	20. Nov.	Corr. +0,21	Die Ablesungen wurden gemacht von Herren GOUCHON u. A. u. H. SCHLAGINTWEIT.

Zur Bestimmung der Höhen wurde auch bisweilen ein Thermobarometer benützt.

Der Siedeapparat bot die wünschenswerthe Sicherheit gegen eine Abkühlung des Raumes, welcher den Wasserdampf enthielt, und gegen die Erkältung des Quecksilberfadens oberhalb der Kugel des Thermometers. Das Thermometer war ein Instrument von FASTRÉ, No. 169 mit willkürlicher Scala. Herr Professor DOVE hatte die Güte, uns dasselbe zur Benützung zu übergeben. Die Thermometerkugel befand sich in dem Dampfe, einige Centimeter über der Oberfläche des Wassers. Wir wandten nur destillirtes Wasser oder frischen und ganz reinen Schnee an, da in dem gewöhnlichen Wasser zuweilen kleine Salztheilchen oder Suspensionen eine zu hohe Temperatur erlangen; wenn diese gegen die Thermometerkugel gespritzt werden, so werden die Beobachtungen durch kleine Oscillationen des Thermometers gestört. Auch könnte man eine Erhitzung des Dampfes durch die Nähe einer Wasseroberfläche befürchten, welche wärmer als 100° wäre; die Dimensionen des Apparates sind nicht gross genug, um einen ähnlichen Einfluss zu verhindern.

Der Nullpunct des Thermometers wurde zu wiederholten Malen bestimmt. Wir fanden ihn (bei 760 M. M. Barometerstand) = 163,6 der willkürlichen Scala. Bei sehr geringem Luftdrucke lag der Nullpunct stets etwas tiefer in Folge der Ausdehnung der Kugel. Es wurde daher an hohen Standpuncten die Lage des Nullpunctes jedesmal direct bestimmt[1]. REGNAULT hat nach den Beobachtungen von BRAVAIS, MARTINS und JZARN gezeigt[2], dass der Luftdruck, welchen man aus der Temperatur des siedenden Wassers erhält, sehr gut mit dem Drucke übereinstimmt, den man am Barometer beobachtet.

1) Wir bemerkten ähnliche Differenzen auch an anderen Thermometern; wir werden die einzelnen Beobachtungen später noch etwas näher besprechen.

2) REGNAULT sur la température d'ébullition de l'eau à différentes hauteurs. Comptes rend. XX. p. 163 und Ann. de chim. et de phys. 3me sér. T. XIV.

Um unser Thermometer und den Siedeapparat zu cotrolliren, haben wir einige Vergleichungen desselben mit dem Barometer in verschiedenen Höhen angestellt, deren Resultate hier folgen. Der „berechnete Luftdruck“ ist aus dem Siedepunkte nach den Tafeln von REGNAULT abgeleitet.

Puncte der Beobachtung.			1851.	Beobachteter Luftdruck.	Temp. des sied. Wassers.	Berechneter Luftdruck.
Bern . . .	571 Meter	1757 Par. F.	1. Aug.	713,9 M. M.	98,26° C.	713,9 M. M.
Gressoney.	1370 „	4218 „	2. Sept.	652,2 „	95,79° C.	652,5 „
Vincent-Hütte	3162 „	9734 „	3. Sept.	518,7 „	89,69° C.	519,3 „
			10. „	526,8 „	90,07° C.	526,9 „
			14. „	526,7 „	90,12° C.	527,9 „

Das Thermobarometer wurde nur dann zu Höhenbestimmungen angewendet, wenn wir uns getrennt hatten und zwei verschiedene Wege verfolgten. Der aus diesen Beobachtungen abgeleitete Luftdruck ist in den Tabellen mit einem Sternchen bezeichnet.

Die Höhen wurden nach der Tafel von GAUSS[1] berechnet, welche den Einfluss der Lufttemperatur an beiden Stationen, der Breite, und der Abnahme der Gravitation enthält. An diesen Resultaten wurde noch die Correction BESSEL's[2] für die Feuchtigkeit der Luft angebracht. Diese Correction kann für bedeutende Erhebungen ziemlich wichtig werden.

Um den Aufhängepunct des Barometers mit einem in topographischer Beziehung wohl charakterisirten Platze in Verbindung zu bringen, z. B. einem Bache, einer Brücke u. s. w., haben wir zuweilen eine „Local-Correction“ hinzugefügt. Dieselbe wurde gewöhnlich, wenn die Höhendifferenz einige Meter überstieg, mit Hülfe eines kleinen Vertical-Kreises, oder direct durch eine Messschnur gefunden. Die Grösse dieser Correctionen ist in den Listen enthalten; sie sind bereits bei den Zahlen angebracht, welche wir als Resultate für die Höhe der verschiedenen Puncte über dem Meere mittheilen.

Die Höhen für die „Grenze der Coniferen“ beziehen sich mit wenigen Ausnahmen, die dann speciell angegeben sind, auf die höchsten Stände dieser Bäume.

Am Schlusse der grösseren Gruppen sind einige Male Orte vereinigt, für welche keine Ablesungen gegeben sind. Diese Höhen sind durch Interpolationen nach den

1) LALANDE's Logarithmentafeln, herausgegeben von KOEHLER. 1844. S. 261.

2) BESSEL, Bemerkungen über das barometrische Höhenmessen. SCHUMACHER's astronom. Nachricht. 1838. No. 356, S. 329.

Angaben eines Aneroid-Barometers bestimmt, welches dann an der obern und untern Station, zwischen welchen die gesuchte Höhe lag, mit dem Quecksilber-Barometer verglichen wurde[1]. Diese Höhen sind nur in runden Zahlen angegeben.

Wir hatten zwei Aneroid-Barometer bei uns, von HOHNBAUM in Hannover und von LEREBOURS und SECRETAN in Paris. Der Gang des Aneroid-Barometers und der Grad der Genauigkeit, mit welchem man die Höhenbestimmungen ableiten kann, wird in einem späteren Theile unserer Arbeit besprochen werden.

Die correspondirenden Beobachtungen für 1851[2] wurden uns mit grosser Zuvorkommenheit mitgetheilt von Herrn Prof. HOFMEISTER in Zürich, Herrn Dr. WOLF in Bern, Herrn Prof. PLANTAMOUR in Genf für Genf und den St. Bernhard, Herrn Domherrn CARREL in Aosta, Herrn CARLINI in Mailand, beobachtet von Herrn Abbée CAPELLI, Herrn VON PLANA in Turin, beobachtet von Herrn CANTU. Es sei uns gestattet, diesen Herren unsern verbindlichsten Dank hier auszusprechen.

Folgendes sind die geographischen Positionen dieser Stationen.

Zürich . .	Breite	47° 23′	Länge[3]	6° 13′	Höhe[4]	442,3	Meter	1361,6 Par F.
Bern . . .	„	46° 57′	„	5° 6′	„	570,8	„	1757,2 „
Genf . . .	„	46° 12′	„	3° 49′	„	407,0	„	1252,9 „
St. Bernhard	„	45° 50′	„	4° 45′	„	2473,0	„	7613,0 „
Aosta . . .	„	45° 44′	„	5° 0′	„	614,0	„	1890,2 „
Mailand . .	„	45° 28′	„	6° 51′	„	147,1	„	452,8 „
Turin . . .	„	45° 4′	„	5° 21′	„	273,0	„	840,4 „

Einige Male sind solche Puncte als correspondirende Stationen benützt, deren Höhe wir selbst durch eine Reihe von Beobachtungen bestimmt hatten. Der Luftdruck an diesen Stationen wurde dann direct durch einen von uns bestimmt, oder es folgten sich zuweilen, wie man später sehen wird, die Beobachtungen in so kurzer Zeit, dass man sie als gleichzeitig betrachten konnte.

Verschiedene wichtige Puncte wurden durch mehrfach wiederholte Beobachtungen bestimmt; dieselben sind dann nach sechs correspondirenden Stationen berechnet, welche den Beobachtungspunct nach verschiedenen Richtungen umgaben. Die Uebereinstimmung dieser Resultate mit einigen sehr genauen trigonometrischen Bestimmungen lässt uns hoffen, dass auf diese Weise die Unregelmässigkeit des atmosphärischen Druckes in horizontaler Richtung eliminirt wurde.

Diese Mittelwerthe leiteten uns auch bei der Auswahl der correspondirenden Stationen in jenen Fällen, in welchen, um die Arbeit abzukürzen, die Höhen nur nach einer

1) Es sind sehr specielle Vergleichungen nothwendig, da der Gang des Aneroid-Barometers zugleich von der Schnelligkeit abhängt, mit der der Luftdruck sich ändert.

2) Die entsprechenden Angaben für die Beobachtungen von 1852 sind in der III. Abth. enthalten.

3) Länge östlich von Paris.

4) Höhe des Barometers.

oder zwei Stationen berechnet wurden. Es scheint, dass man auf diese Weise der wahren Höhe näher kömmt, als wenn man bloss ganz einfach die am wenigsten entfernte Station nimmt.

In vielen Fällen war es möglich, aus früheren sorgfältigen Höhenbestimmungen und unseren Resultaten Mittel zu nehmen.

Wir haben dieses jedoch unterlassen, wenn unsere Höhen auf einer grösseren Zahl von Beobachtungen beruhten, die nach verschiedenen Stationen berechnet waren, z. B. bei der Vincenthütte, bei Zermatt u. s. w.

Wenn andere Beobachtungen auffallende Differenzen zeigten, ohne dass wir Ursache hatten, Unregelmässigkeiten in dem Gange des Barometers und des Thermometers bei unseren Bestimmungen zu vermuthen, so wurden die ersteren ebenfalls nicht in das Mittel gezogen; es ist dies durch Klammern angedeutet. Zuweilen ist es wahrscheinlich, dass sich ähnliche Bestimmungen auf einem etwas anderen Standpunct bezogen, ohne dass derselbe näher angegeben war.

Für jene Puncte, welche durch die ausführlichen trigonometrischen Vermessungen der Schweiz bestimmt wurden, haben wir die Resultate dieser Beobachtungen als die zuverlässigste Höhe angenommen.

Anordnung der Beobachtungen von 1851. Die Beobachtungen sind in der allgemeinen Höhen-Zusammenstellung geographisch in folgende Gruppen vereinigt.

I. Punkte in der östlichen Schweiz zwischen Zürich und Bern.

1. Umgebungen des Rigi.
2. Vom Vierwaldstädter See nach Entlibuch.

II. Berner-Alpen.

3. Profil der Hasli-Scheideck.
4. Profil des Urbachsattels und des Gaulipasses.
5. Von der Grimsel nach Viesch über den Ober-Aarsattel.

III. Der Monte-Rosa und seine Umgebungen.

6. Das Vispach- oder Nicolai-Thal, von Visp bis Zermatt.
7. Weg von Zermatt auf die Höchste Spitze des Monte-Rosa.
8. Profil des St. Theodul-Passes oder Matterjoches, von Zermatt nach Chatillon.
9. Uebergang über das Weissthor, von Zermatt nach Macugnaga.
10. Der Turlo-Pass und der Ollen-Pass.
11. Die oberen Theile des Lys-Thales.
12. Südwestliche Abdachung des Monte-Rosa.
13. Weg über den Col-d'Arransole und den Col de Jou.

IV. Umgebungen des Mont-Blanc.

14. Profil des Col de la Seigne, von Aosta nach Bourg-St. Maurice.

15. Ueber den Col du Bonhomme von Chapiu in das Chamouni-Thal.

V. Alpen der Maurienne und Tarentaise.

16. Profil des Col d'Iséran.

17. Weg über den Col des Encombres.

VI. Cottische Alpen.

18. Von Turin nach Gap, über den Mont-Genèvre.

19. Weg über den Col du Lautaret.

Litteratur.

In der letzten Spalte der Tabellen sind die Höhenbestimmungen vereinigt, welche bereits früher von andern Beobachtern gemacht worden waren. Es sind diese Bestimmungen in den folgenden Werken enthalten:

Annales. Nouvelles Ann. des Voyages 1828. Sér. 2de. VIII. p. 100. Enthält die Höhe mehrerer Puncte im Rhonethale; aber es scheinen, wie schon Decandolle bemerkt hat, diese Höhen nur Schätzungen zu sein.

Agassiz. Seine hypsometrischen Beobachtungen in dem Berner Oberlande und hauptsächlich in den Umgebungen des Aargletschers befinden sich in dem Système glaciaire 1847 und in den Excursions von Désor.

Baeyer. Détermination barométrique de la hauteur d'une centaine de stations en Suisse, en Piemont et en Savoie. Bibl. univers. 1828. Vol. XXXVIII. Die Beobachtungen des Herrn General Baeyer wurden mit einem Barometer von Pistor angestellt, welches sorgfältig mit den Instrumenten an den correspondirenden Stationen verglichen war.

Beaumont, Albanis. Descript. des Alpes Gréques et Cottiennes. 1re part. Paris 1802. 2me part. 1806. Die englischen Werke dieses Verfassers enthalten im Allgemeinen keine neuen Höhen.

Berchtold, Domherr in Sitten im Wallis. Mehrere Höhen, welche aus seinen schönen trigonometrischen Beobachtungen in Wallis abgeleitet sind, finden sich in den Werken und auf der neuen Karte der Visperthäler von Engelhardt und in Ziegler's Hypsometrie.

F. Berger. Hauteurs de plusieurs lieux déterminés dans le cours de différentes voyages faites en France, en Suisse, en Italie. Journ. de Phys. LXIV. 1807. S. 285.

Bischof. Die Wärmelehre des Inneren unseres Erdkörpers. 1837.

Brugière. Orographie de l'Europe. Mém. de la Soc. de géograph. III. 1830.

Billiet et Gravier. Hypsométrie de la Maurienne. Mém. de la Soc. acad. de Savoie. Vol. XI. Chambery 1843. (Jene Höhen, welche von Decandolle nach

der Mittheilung von Rendu in der Hypsométrie de Genève publicirt wurden, waren alle um 21 Meter zu niedrig.)

Carlini et Plana. Opérations géodésiques et astronomiques pour la mésure d'un arc du parallèle moyen executées en Piémont en 1821, 1822 et 1823. 2 vol. Milan 1825.

Coraboeuf. Notice sur une mésure géométrique de la hauteur de quelques sommités des Alpes. Recueil de la Société de géographie de Paris. Vol. II. 1825.

Decandolle, Alphonse. Hypsométrie des environs de Genève ou recueil complet des hauteurs mesurées au dessus du niveau de la mer jusqu'à la fin de l'année 1838 dans un espace de 25 lieux environ autour de la ville de Genève. 1839. Mém. de la Soc. de Genève. VIII. 2me partie. In dieser durch die grosse Anzahl der mitgetheilten Höhen so wichtigen Zusammenstellung hat Decandolle auch den Werth der verschiedenen Reihen von Beobachtungen auseinandergesetzt, und die nöthigen Correctionen für jene angebracht, bei welchen das Niveau des Genfersees merklich abweichend von 374,53 Meter angenommen worden war. Wenn von ihm eine Correction angebracht ist, wurde diess durch Hinzufügung seines Namens zu jenem des Beobachters angedeutet.

Delcros. Sur les altitudes du Mont-Blanc et du Mont-Rose déterminées par des mésures géodésiques et barométriques. Annuaire météorolog. de la France pour 1851. 3me année. p. 265—298.

De Luc. Modifications de l'Atmosphère. 2 vol. 4°. Er geht von einem Niveau des Genfersees von 365,76 Met. aus. Die Höhen sind nach einer sehr abgekürzten Formel berechnet.

Désor. Einige barometrische Beobachtungen in den „Excursions" und den „Nouvelles Excursions."

Escher von der Linth (der Vater), Beobachtungen in den Jahren 1816 und 1820; sie sind mitgetheilt in der Hypsometrie von Decandolle und in Ziegler.

Eschmann. Ergebnisse der trigonometrischen Vermessungen in der Schweiz. Aus den Protokollen der eidgenössischen Triangulirung bearbeitet und herausgegeben. Zürich 1840.

Forbes. Travels through the Alps of Savoy and other parts of the pennine chain. Edinb. 1843.

Guy, A. de. Construction et usage d'un baromètre portatif; suivie des résultats des principales observations barométriques qui ont été faites dans les Alpes, le Jura etc. Journal des mines. an 13. Vol. XV.

Hugi. Naturhistorische Alpenreisen 1830.

Michaelis. Barometrische Höhenbestimmungen, welche zum Theil das Elsass, Rheinbayern, Baden und Würtemberg, vorzüglich aber die Schweiz betreffen. In Froebel und Heer's Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde. I. S. 231—278.

CH. MARTINS. Matériaux pour servir à l'hypsométrie des Alpes pennines. Nouv. Mém. d. l. soc. Hélvétique. Vol. VI. 1842. Mittel, berechnet nach Genf. dem St. Bernhard, Bern und Mailand. Die Beobachtungen wurden angestellt mit einem Barometer von FORTIN, und berechnet von DELCROS.

OSTERWALD. Recueil des hauteurs des pays compris dans le cadre général de la carte de la Suisse. 1847. Wir fanden einige Höhen aus diesem Werke citirt in den meteorologischen Beobachtungen von MARTINS, Ann. météorol. de la France 1850 und 1851, und in ZIEGLER's Zusammenstellung.

PARROT. Ueber die Schneegrenze auf der mittägigen Seite des Monterosa-Gebirges und barometrische Messungen. SCHWEIGER's Journal 1817. Vol. XIX. p. 367.

PICOT. Statistique de la Suisse. Genève 1819 und Essai statistique du Canton de Genève, Zürich 1847; Höhen, welche in Brugière angeführt sind.

PICTET J. P. Nouvel itineraire des vallées autour du Mont-Blanc. Genève. 2de éd. 1829. Observations barométriques faites par J. P. et F. J. PICTET.

PUISSANT. Nouvelle description géométrique de la France. 1re part. 1832. 2de part. 1840. Publicirt in dem Mémorial du dépôt général de la guerre.

SAUSSURE, H. DE. Voyages dans les Alpes. In den beiden ersten Bänden nahm er die Höhe des Genfersees zu 187,5 oder 188 Toisen an, in den beiden folgenden zu 193 Toisen. Höhenmessungen von SAUSSURE und A. PICTET finden sich auch auf der Karte des Mont-Blanc im zweiten Bande der Voyages. Vgl. auch Essai sur l'hygrométrie. 1783.

SCHUCKBURGH. Observations made in Savoy in order to ascertain the hight of mountains by means of the barometer, being an examination of Mr. De Luc's rules delivered in his Recherches sur les modifications de l'atmosphère. Phil. Transactions. Vol. LXVII. part. 2de p. 513—598. 1777. Die Beobachtungen wurden in den Jahren 1775 und 1776 angestellt.

STUDER, Bernhard. Mehrere Höhenbestimmungen in diesen Theilen der Alpen sind von ihm mitgetheilt in der Geologie der Schweiz. Bd. I. 1851 und in den Reisen von FORBES.

TRALLES. Bestimmung der Höhen der bekannten Berge des Cantons Bern; auch unter dem Titel: Beiträge für allgemeine Naturlehre und Geologie. Bern 1790. Er nahm bei seinen trigonometrischen Operationen die Höhe des Thunersees zu 1780 P. F. = 578,2 Met. an. Nach den neuesten Vermessungen in der Schweiz ist dieselbe 556,2 M. (ESCHMANN S. 232). Man muss also von seinen trigonometrischen Bestimmungen 22 M = 67,7 P. F. abziehen. Seine baromet. Beobachtungen waren nach Bern gerechnet, wo er die Höhe seines Barometers = 1708,5 P. F., 148' über der Aare, gefunden hatte.

ULRICH. Die Seitenthäler des Wallis und des Monte-Rosa. Topographisch geschildert. Zürich 1850.

WAHLENBERG. De vegetatione et climate in Helvetia septentrionali inter flumina

Rhenum et Arolan observatis et cum summi septentrionis comparatis tentamen 1813.

v. WELDEN. Monographie des Monte-Rosa. Wien 1824.

J. ZUMSTEIN. Beschreibung der fünf Reisen auf die Spitzen des Monte-Rosa, ausgeführt 1819 bis 1822. Nebst einigen naturhistorischen Bemerkungen und barometrischen Höhenbestimmungen. Den zweiten Theil des Buches von Herrn v. WELDEN bildend; von S. 94—166.

Eine allgemeine Höhenzusammenstellung für die Schweiz und die nächsten Umgebungen bietet

C. J. DURHEIM's Sammlung absoluter Höhen der Schweiz. Bern 1850;

und besonders das neue Werk von

ZIEGLER, Sammlung absoluter Höhen der Schweiz und der angrenzenden Gegenden der Nachbarländer. (Auch unter dem Titel: Hypsométrie de la Suisse.) Zürich 1853. Es sind in dieser reichhaltigen Zusammenstellung, die als Ergänzung zu ZIEGLER's vortrefflicher Karte der Schweiz (in 4 Blättern, Massstab 1:38000) erschienen ist, auch viele Original-Mittheilungen benützt; unter den letzteren sind in Beziehung auf die Umgebungen des Monte-Rosa, vorzüglich die Messungen von BERCHTOLD und MÜLLER zu nennen.

Die Angaben aus dem topographischen Atlas von G. H. DUFOUR wurden als Eidg. Vermessung speciell bezeichnet, wenn die dort enthaltenen Höhen von jenen etwas abweichen, die ESCHMANN 1840 veröffentlicht hatte.

Es sind noch Beobachtungen von ANSELMIER, HOFFMANN, FEER, PFYFFER und WEISS in den oben angeführten Werken citirt.

Höhenangaben ohne nähere Bezeichnung der Beobachter sind enthalten in LUTZ, statistisches Handlexikon, Aarau 1827, und auf den Karten von CHAIX (Savoyen), von KELLER (1850. Schweiz), auf der im Verlage von COTTA 1851 erschienenen Karte der Schweiz u. s. w. Diese Höhen sind nur dann angeführt, wenn der Beobachter selbst nicht bekannt war; sie sind niemals bei dem Mittel der Höhe aus verschiedenen Beobachtungen benützt.

I. ZUSAMMENSTELLUNG DER

Die Barometerstände sind in Millimetern ausgedrückt, auf 0 reducirt; an den Ablesungen sind auch die Correctionen
Die Feuchtigkeit ist das Mittel aus den Beobachtungen an der oberen und der unteren Station. Wenn

I. Punkte in der östlichen Schweiz

1) Umgebungen

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
1.	Zugersee; bei Immensee.	27. Juli	10^h 20′ a. m.	728,6*	18,3
	„ bei Art.	27. Juli	12^h 55′ p. m.	728,7	19,5
2.	Vierwaldstättersee; bei Stanzbad.	29. Juli	8^h 42′ a. m.	724,4	18,5
3.	Alpenhütte Burgisweid; am Nordostabhange des Rigi.	27. Juli	2^h 45′ p. m.	698,6	16,9
4.	Alpe Seebodenhütte; Nordabhang des Rigi.	27. Juli	2^h 36′ p. m.	680,2*	14,8
5.	Coniferengrenze auf den Nord- und Nordost-Abhängen des Rigi.	27. Juli	7^h 30′ p. m.	626,3	6,4
6.	Quelle bei Kaltebad; unmittelbar am Austritte der Quelle, Südabhang des Rigi.	28 Juli	7^h 50′ p. m.	645,1	11,7
7.	Gipfel des Rigi.	28. Juli	9^h 15′ a. m.	618,5	10,2
		28. Juli	5^h 40′ p. m.	618,0	12,2

HÖHENBESTIMMUNGEN. 1851.

für die betreffenden Instrumente angebracht. Die Lufttemperatur ist in Graden der hunderttheiligen Scala angegeben. Localcorrectionen angeführt sind, so sind sie bei den mitgetheilten Resultaten bereits berücksichtiget.

zwischen Zürich und Bern.

des Rigi.

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Zürich	726,3	16,0	—	— 1,3	— 4,0	414,1	1274,8	414,96	1277,42	Trig. Schw. Eschmann.
Zürich	726,6	20,0	—	— 1,3	— 4,0	416,2	1281,3	421,0	1296	Michaelis.
						415,2	1278,1	422,2	1300	Wahlenberg.
								428,1	1318	Baeyer.
				Trig. Höhe Eidg. Verm.		417,4	1285	429	1320	Saussure.
								(1368' Karte von Cotta)		
Zürich	724,3	19,7	—	— 4,0	— 13,0	436,8	1345,0	428,8	1320	Wahlenberg.
								435	1339,1	Trig. Schw. Eschmann.
				Trig. Höhe Eidg. Verm.		437	1346	441,8	1360	Lutz Lexic.
								452,2	1392	Baeyer.
								435,7	1341	Mittel nach Michaelis.
								(1301' Karte von Cotta)		
Zürich	726,6	21,2	—	—	—	779,9	2401,0			
Zürich	726,6	21,2	—	—	—	1007,1	3100,2			
Zürich	727,1	20,0	—	—	—	1707,4	5256,2			
Zürich	725,2	20,0	98	—	—	1442,8	4441,9	1430,6	4404	Wahlenberg.
Rigi	617,9	9,0	98	—	—	1443,1	4442,7			
						1442,9	4442,3			
					Mittel	1437	4423			
Zürich	727,4	18,9	68	—	—	1819,6	5601,5	1730,4	5327	Hugi.
Zürich	724,7	19,5	68	—	—	1801,7	5546,6	1793,1	5520	Horner.
						1810,7	5574,1	1797	5532	(Trig.) Feer citirt in Brugière.
				Trig. Höhe		1800	5541	1800	5541,2	Trig. Schw. Eschmann.
								1802,5	5549	Baeyer.
								1804,5	5555	Wahlenberg.
								1804,8	5556	Hoffmann.

2) Vom Vierwaldstätter-

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
8.	Stalden; auf dem linken Abhange des Thales ober Sarnen; bei der Kirche.	29. Juli	8^h 30′ p. m.	692,2	20,2
9.	Kaltebad oder Schwanden-Allmend; im Grossen Schlierenthale; bei der Mineralquelle.	30. Juli	2^h 25′ p. m.	640,4	13,1
10.	Brüderen; im Gross-Entlenthale.	30. Juli	9^h 30′ p. m.	669,2	11,2
11.	Entlibuch; Pflaster der Kirche.	31. Juli	3^h 45′ p. m.	694,8	20,1

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

1. Rigi-Staffel . . . . 1585 M. 4880 P. F.
2. Dorf Weissörle, östlich vom Sarnenthale . . . . . 540 „ 1662 „
3. Spiererhütten, Alpe südlich vom Kaltenbad im Schierenthale . . . . 1480 „ 4555 „

II. Berner

3) Profil der

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
12.	Thuner See; bei Thun.	5. Aug.	11^h 30′ a. m.	714,6	21,7

see nach Entlibuch.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Zürich	722,2	21,0	—	— 4,9	— 15,0	804,1	2475,6			
Zürich	721,7	20,0	100	— 2,6	— 8,0	1464,6	4508,8	1450	4465	Wahlenberg.
					Mittel	1457	4487			
Zürich	717,8	16,1	—	—	—	1032,3	3178,0			
Zürich	718,8	16,7	—	— 8,6	— 26,5	742,0	2284,1	721	2220	Walker.
								728	2242	Escher.
					Mittel	733	2256	733	2256	Picot Statistik.
								733	2255	Baeyer.
								733	2256	Wahlenberg.
								741	2280	Lutz.

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

4. **Bernersteig**, Pass zwischen dem Gross-Entlenthale und dem Schlierenthale . . . . 1680 M. 5171 P. F.

5. **Quelle auf der Rossweide** etwas oberhalb der Alpenhütten Gusti, 20 Meter vom Rothbache entfernt . . 1270 „ 3909 „

Alpen.

Hasli-Scheideck.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Bern	715,6	22,2	—	— 1,2	— 3,7	581,8	1791,0	556,2	1712	Trig. Schw. Eschmann.
								565,4	1741	Michaelis.
				Trig. Höhe		556	1712	573	1764	Baeyer.
								579,0	1782	(Bar.) Tralles.
								580,6	1787	Weiss.

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
13.	Zweilütschinen; am Zusammenflusse der weissen und schwarzen Lütschine.	5. Aug.	7^h 15' p. m.	707,4	17,0
14.	Im vorderen Boden im Lütschinthale.	6. Aug.	7^h 45' a. m.	688,0	15,0
15.	Ende des Unteren Grindelwaldgletschers; am Gletscherthore.	6. Aug.	9^h 45' a. m.	679,6	21,1
16.	Ende des Oberen Grindelwaldgletschers.	6. Aug.	12^h 0'	663,0	15,8
17.	Alpenhütten im Oberen Lauchbühel.	6. Aug.	2^h 15' p. m.	617,0	20,0
18.	Hasli-Scheideck.	6. Aug.	4^h 0' p. m.	609,9	16,4
19.	Coniferengrenze auf den nordöstlichen Abhängen des Passes.	6. Aug.	4^h 30' p. m.	612,6	16,8
20.	Alpenhütten im Bretterboden.	6. Aug.	6^h 0' p. m.	645,6	13,3
21.	Rosenlaui; Brücke über den Reichenbach.	6. Aug.	8^h 0' p. m.	654,0	10,1

4. Profil des Urbachsattels

22.	Unteres Ende des Rosenlauigletschers.	7. Aug.	7^h 0' a. m.	638,0	11,7
23.	Coniferengrenze auf den Abhängen der Engelhörner. Expos. N.W.	7. Aug.	9^h 0' a. m.	624,0	11,2

Correspond. Station	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe Meter.	Absolute Höhe Par. Fuss	Resultate früherer Beobachtungen Meter.	Par. Fuss.	
Bern	715,5	23,7	—	– 3,9	– 12,0	a 665,1	2047,5	620,8	1911	HUGI.
				Mitt. aus *a* u. *b*		665	2046	b 664	2044	BAEYER.
								689	2120	FREI.
								(2029 Karte von COTTA.)		
Bern	715,9	18,6	—	—	—	909,4	2799,6			
Bern	715,8	20,0	85	– 8,2	– 25,3	1022,9	3148,3	971	2989	BISCHOFF.
					Mittel	1003	3087	993	3057	DÉSOR (Excurs.)
								999,2	3076	BAEYER.
								1002	3085	DÉSOR (Nouv. excurs.)
								1007	3100	FREI.
								1023	3150	TRALLES.
Bern	715,6	22,9	86	– 19,5	– 60,0	a 1212,9	3732,1	1176	3620,3	DÉSOR.
				Mitt. aus *a* u. *b*		1226	3757	b 1228,2	3781	BAEYER.
Bern	715,1	25,8	93	—	—	1876,5	5745,9			
Bern	714,9	25,0	95	—	—	1957,3	6025,3	1952,6	6011	BAEYER.
					Mittel	1958	6028	1958,8	6030	HUGI.
								1963,6	6045	(Bar.) TRALLES.
Bern	714,9	24,5	98	—	—	1910,5	5884,5			
Bern	714,5	23,0	100	—	—	1448,6	4459,7			
Bern	714,9	20,0	100	– 6,5	– 20,0	1323,3	4073,7	1340	4125	MARTINS.
					Mittel	1338	4119	1351,3	4160	HUGI.

und des Gaulipasses.

Bern	714,7	19,3	87	—	—	1539,2	4738,5	1523	4688	MARTINS.
					Mittel	1531	4713			
Bern	714,5	21,4	93	– 10,0	– 30,8	1721,2	5298,5			

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
24.	Urbachsattel; an der tiefsten Stelle des Ueberganges.	7. Aug.	2^h 0' p. m.	567,7	14,3
25.	Alpe Fleschenhütte; im Urbachthale.	7. Aug.	7^h 45' p. m.	612,8	11,7
26.	Unteres Ende des Gauligletschers.	8. Aug.	6^h 0' p. m.	611,0	6,2
27.	Kammlimann; kleiner isolirter Gipfel auf der linken Seite des Gauligletschers.	9. Aug.	8^h 40' a. m.	570,1	9,2
28.	Gaulipass; zwischen dem Gauligletscher und dem Unteraargletscher.	9. Aug.	12^h 0'	518,7	5,4
29.	Gipfel des Ewigschneehorns.	9. Aug.	1^h 45' p. m.	509,8	5,4
30.	Unteraargletscher; linkes Ufer des Lauteraarzuflusses, am Fusse des Gaulipasses.	9. Aug.	4^h 10' p. m.	549,0	5,2
31.	Abschwung; Niveau des Eises an seinem Fusse. (Der Gipfel des Abschwunges ist nach Eidg. Verm. 3482^m 10719').	11. Aug.	4^h 15' p. m.	568,7	8,0
32.	Pavillon am linken Ufer des Unteraargletschers; ca. 100 Meter über dem Eise.	10. Aug. 11. Aug.	6^h 15' p. m. 6^h 30' a. m.	573,1 574,0	6,3 6,2
33.	Aeusserste Coniferengrenze auf Bärenitz; Expos. Südost, auf den Abhängen gegen den Unteraargletscher.	12. Aug.	2^h 15' p. m.	602,2	16,2
34.	Grimselhospiz. Niveau des Sees. (Der Pass nach Obergestelen ist nach Anselmier 2165^m 6665'.)	12. Aug.	7^h 0' p. m.	614,4	14,0

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Bern	713,0	26,3	95	−6,5	−20,0	2565,1	7896,5	2507	7719	Hugi (bei Ziegler).
Genf	725,3	24,7	95	−6,5	−20,0	2529,1	7785,7			
						2547,1	7841,1			
Bern	713,6	20,6	92	—	—	1873,8	5769,1			
Bern	713,9	22,6	89	—	—	1893,5	5829,2			
Bern	714,0	19,1	88	+7,0	+21,5	2488,2	7659,7			
Genf	725,0	18,6	84	+7,0	+21,5	2451,7	7547,2			
						2470	7603			
Bern	713,4	22,6	87	+16,2	+50,0	3290,7	10130,5			
Genf	725,7	20,1	87	+16,2	+50,0	3257,8	10029,1	Die Strahleck, ein Pass zwischen dem Unteraar- und dem Grindelwaldgletscher, ist nach Agassiz (in Studer's Panor.) 3371m 10379 P. F.		
						3274,3	10079,8			
Bern	713,4	21,0	89	—	—	3413,5	10508,1			
Genf	726,1	19,2	89	—	—	3387,5	10428,2			
						3400,5	10468,2		(3500m	Désor).
Bern	713,6	20,0	91	—	—	2783,5	8568,8			
Bern	716,9	21,0	89	—	—	a2540,1	7819,8	2448	7536	Bar. Tralles.
				Mitt. aus a u. b		2539	7815	2468,5	7599	Hugi.
								b2537,1	7810	Trig. Agassiz Syst.
Bern	715,4	19,0	85	—	—	2441,1	7515,0	Das Hôtel des Neufchâtelois, welches Herrn Agassiz etc. zur Wohnung bei ihren Untersuchungen am Aargletscher diente, liegt auf der grossen Mittelmoräne; es hatte 1842 eine Höhe von 2486m. Das untere Ende des Aargletschers, beim Austritte der Aar, fand Hugi 1861m, Martins 1886m, Agassiz 1894,3m. Nach der Eidg. Verm. ist die Höhe 1877m 5778'.		
Bern	716,5	16,0	80	—	—	2428,3	7475,4			
						2434,7	7495,2			
Bern	717,5	22,8	84	—	—	2089,5	6432,9			
Bern	717,3	19,4	86	−4,0	−12,3	1895,1	5823,8	1828	5628	Saussure.
								1867,5	5749	Michaelis.
								1868	5750	Anselmier.
								1875	5772	Baeyer.
								1877	5778	Wahlenberg.
								1886,7	5808	Hugi.
					Mittel	1878	5780	1893,8	5830	Agassiz Études.
								1910	5880	Lutz.

5. Von der Grimsel nach Viesch

Nr.	Orte der Beobachtung	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
35.	**Quelle an den Abhängen „auf Zinken;"** Exp. Nordw. auf dem Wege von der Grimsel nach den Oberaarhütten.	13. Aug.	9^h 30' a. m.	597,2	15,0
36.	**Ende des Oberaargletschers.**	13. Aug.	11^h 0' a. m.	596,0	16,0
37.	**Oberaarsattel;** zwischen dem Kastenhorn und dem Oberaarhorn. Die Höhe des Kastenhornes ist 3484^m 10725' (Eidg. Verm.); jene des Oberaarhornes 3634^m 11187' (Strengel).	13. Aug.	4^h 10' p. m.	521,6	8,7
38.	**Rothsattel;** eine kleine Einsattelung in dem Kamme, der das Finsteraarhorn mit dem Rothhorn verbindet, und die beiden Hauptzuflüsse des Vieschergletschers trennt. Wir brachten hier die Nacht vom 13—14. Aug. zu.	14. Aug.	4^h 35' a. m.	514,1	1,5
39.	**Felsen am Fusse des Rothsattels;** am Firnmeere des Vieschergletschers.	14. Aug.	9^h 0' a. m.	524,6	2,0
40.	**Letzte phanerogamische Pflanzen** auf den südwestlichen Abhängen des Finsteraarhornes.	14. Aug.	7^h 0' a. m.	515,1	2,8
41.	**Coniferengrenze** auf dem rechten Ufer des Vieschergletschers.	14. Aug.	2^h 40' p. m.	609.0	9,0
42.	**Quelle** auf dem rechten Ufer des Vieschergletschers.	14. Aug.	3^h 30' p. m.	624,5	13,4
43.	**Unteres Ende des Vieschergletschers.**	14. Aug.	5^h p. m.	651,2	16,2
44.	**Dorf Viesch;** bei der Brücke.	15. Aug.	9^h a. m.	676,1	17,3
45.	**Brücke über die Rhone bei Grangols.**	15. Aug.	10^h a. m.	687,6	20,2

Anmerk. zu No. 38. Um über den Oberaarsattel von der Grimsel nach Viesch zu gehen, könnte man einen direc-
vor, eine Nacht auf dem Rothsattel zuzubringen, um unsere Beobachtungen in diesen Höhen zu vervollständigen.
aarhorn zu gehen; allein das sehr schlechte Wetter machte es unmöglich, bis auf den Gipfel zu gelangen. Wir waren
An einem dieser Felsen fanden wir dabei die letzten phanerogamischen Pflanzen, deren Höhe in No. 40 angegeben ist.

über den Oberaarsattel.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Bern	718,2	19,6	81	−15,0	−46,1	2141,5	6592,9			
Bern	718,0	21,0	83	−10,0	−30,8	2169,5	6678,6			
Bern	715,9	21,0	85	—	—	3267,0	10057,4	3255,9	10023	Hugi 1828 Tab. 2.
Genf	729,3	25,3	85			3277,2	10088,9	3266	10054	Eidg. Verm.
						3272,1	10073,2			
					Mittel	3265	10050			
Bern	717,2	15,0	98	—	—	3329,6	10250,2	Die Höhe, die Hugi unter dem Namen Rothsattel gibt, 10580′, kann kaum auf einen andern Punkt bezogen werden.		
Genf	727,8	22,8	98			3331,1	10254,7			
						3330,4	10252,5			
Bern	717,3	17,0	98	—	—	3178,0	9783,4			
Bern	717,5	19,1	99	—	—	3350,2	10313,2			
Bern	715,8	24,0	100	—	—	1956,7	6023,6			
Bern	715,8	23,0	100	—	—	1749,3	5385,2			
Bern	715,6	20,5	98	−16,2	−50,0	1368,9	4214,0	1349,4	4154	Hugi.
					Mittel	1359	4184			
Bern	716,3	21,3	90	−16,3	−50,2	1055,1	3248,0	1045,3	3218	Hugi.
					Mittel	1050	3233			
Bern	716,3	22,0	79	−23,4	−72,0	901,3	2774,6			
Genf	728,3	21,0	79	−23,4	−72,0	880,6	2710,8			
						891,0	2742,7			

teren Weg einschlagen, indem man über dem linken Ufer des Vieschergletschers herabstiege. Wir zogen es jedoch
Zugleich hatten wir die Absicht, den folgenden Tag mit Jaun aus Meyringen und 2 anderen Führern auf das Finster-
wiederholt genöthigt, unter vorspringenden Felsen Schutz gegen den Wind und das heftige Schneegestöber zu suchen.
Die Höhe des Finsteraarhornes ist nach Eschmann Trig. Schw. 4275,1 M. 3160 P. F. Berchtold erhielt 4284,6 M.

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
46.	Aeusserste Grenze der Kastanien auf dem rechten Ufer der Rhone.	15. Aug.	11h 10' a. m.	693,2	24,1
47.	Brieg; auf dem Hauptplatze.	16. Aug.	7h 15' a. m.	706,5	18,3

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

1. Enzenhütte im Urbachthale . . . . 1990 M. 6126 P. F.
2. Unteres Ende des Ranfergletschers im Urbachthale 1880 „ 5787 „
3. Unteres Ende des rechten Armes des Rosenlauigletschers; 150' niedriger als Bestimmung Nr. 23. . 1670 „ 5151 „
4. Höhe des Eises am Gauligletscher unmittelbar am Ende der Abdachung gegen das Gletscherthor. (Diese ergibt, verglichen mit Nr. 26, eine Dicke des Eises von 90 Metern.) . . . . 1983 „ 6105 „

III. Der Monte Rosa

6. Das Vispach- oder Nicolai-

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
48.	Niveau der Rhone bei Visp. (Die Obere Kirche in Visp ist nach Berchtold 720 M. 2216 F.)	17. Aug.	3h 40' p. m.	706,5	24,7
49.	Quelle bei Vispach, auf der rechten Seite des Vispthales.	17. Aug.	4h 45' p. m.	701,6	22,4

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Bern	715,5	22,9	80	—	—	847,4	2608,5			
Genf	728,0	24,4	80	—	—	836,0	2573,6			
						841,7	2591,1			
Bern	717,2	19,6	93	—	—	699,9	2154,7	684	2106	Martins.
Genf	730,1	17,2	93	—	—	688,0	2117,8	691,6	2129	Baeyer.
						694	2136	710	2184	Saussure.
					Mittel	695	2139			

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

5. Grünbergli; letzte zusammenhängende Rasenplätze am rechten Ufer des Gauligletschers . . . . 2630 M. 8096 P. F.

6. Höhe der Firnlinie am Oberaargletscher. Sie liegt etwas unterhalb der Stelle, wo der Gletscher von der flachen Neigung in die steilere übergeht . . . . 2720 „ 8372 „

7. Höhe der Firnlinie am rechten Zuflusse des Vieschergletschers; sie war stellenweise von einer Lage frischen Schnees überdeckt . . . . 2770 „ 8527 „

8. Steile Terrasse im Vieschergletscher . . . . . . 2370 „ 7316 „

---

und seine Umgebungen.

Thal von Visp bis Zermatt.

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Bern	715,5	23,0	53	—	—	681,5	2098,1	651	2004	Saussure.
Genf	727,4	26,3	53	—	—	663,6	2042,9	680	2093	Martins.
						672,6	2070,5	(1910 Nouv. Annales des voy. t. VIII.)		
					Mittel	668	2056			
Bern	715,4	27,5	84	—	—	740,0	2278,0			
Genf	727,4	26,5	84	—	—	723,5	2227,1			
						731,8	2252,6			

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
50.	Stalden; Pflaster der Kirche.	17. Aug.	6^h 45′ p. m.	693,5	19,2
51.	Niveau der Gornervisp unter der Kinnbrücke bei Stalden.	17. Aug.	7^h p. m.	696,7	19,1
52.	St. Nicolas; bei der bedeckten Brücke.	18. Aug.	4^h p. m.	671,4	16,2
53.	Mattsand; Niveau der Gornervisp.	18. Aug.	5^h 10′ p. m.	660,0	13,5
54.	Randa; bei der Brücke.	18. Aug.	7^h 50′ p. m.	647,7	13,3
55.	Täsch; bei der Kirche.	19. Aug.	7^h 40′ a. m.	643,3	10,2
56.	Zermatt; Pflaster der Kirche.	19—27. Aug.		Mittel aus 6 Be correspond. Sta	
	Zermatt; Niveau der Gornervisp beim Eintritte des Triftbaches.			Die Localcorrec Punctes unter der calkreise	

Anmerk. zu Nr. 55. Die Barometerstände in Zermatt zeigten, dass Beobachtungen am 19ten und 20sten auf Bern

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Bern	715,3	19,5	94	—	—	837,0	2576,8	810	2494	Martins.
Genf	727,3	24,0	94	—	—	819,7	2523,4	824	2537	Berchtold.
						828,4	2550,1	(2884 Karte von Cotta.)		
					Mittel	821	2527			
Bern	715,3	19,0	100	−64,0	−197,0	734,6	2261,8	Die Visp läuft hier in einer ungemein tiefen Erosionsschlucht.		
Genf	727,3	23,1	100	—	—	716,7	2206,3			
						725,7	2234,1			
Bern	716,7	21,0	71	−2,3	−7,0	1132,7	3486,9	1103	3396	Saussure.
Genf	729,3	19,8	71	−2,3	−7,0	1117,0	3438,7	1149	3537	Martins.
						1124,9	3462,8	(1163	3580	Berchtold bei der Kirche.)
					Mittel	1126	3465			
Bern	717,0	20,0	76	−3,2	−10,0	1278,5	3935,5			
Genf	729,5	19,4	76	−3,2	−10,0	1260,8	3881,0			
						1269,7	3908,3			
Bern	717,7	19,5	79	−2,0	−6,2	1447,2	4456,0	1453,7	4475	Michaelis.
Genf	730,1	17,8	79	−2,0	−6,2	1426,4	4391,1	1457	4485	Martins.
						1436,8	4423,6	(1473	4535	Berchtold.)
					Mittel	1449	4461			
Genf	730,6	15,1	84	—	—	1479,9	4555,5	1455	4479	Michaelis.
								1461	4498	Martins.
								1487,3	4578	Berchtold.
								(4054 Karte von Cotta.)		
obachtungen, die nach 6 tionen berechnet sind.				—	—	1652	5086	1562,5	4810	Lutz.
								1618	4981	Martins.
								1633	5028	Ebel.
								1637	5040	Michaelis.
								1648	5073	Berchtold.
								(4195 Karte von Cotta.)		
tion, d. h. die Höhe dieses Kirche, ist mit dem Vertigemessen.				−12,0	−36,9	1640	5049			

bezogen, zu grosse Höhen ergaben; deshalb wurde No. 55 nicht nach Bern berechnet.

7. Weg von Zermatt auf die

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
57.	Quelle „Kühler Brunnen" auf den unteren Abhängen des Riffelberges bei den Alpenhütten „Im Moos."	21. Aug.	10h 10' a. m.	628,8	16,5
58.	Unteres Ende des Gornergletschers.	24. Aug.	5h 30' p. m.	614,9	8,0
59.	Sommerdorf Zmutt; bei der Kapelle.	24. Aug.	6h 0' p. m.	607,4	13,0
60.	Alpenhütten von Augstkumm auf dem Riffelberge; bei der Hütte „Auf dem Hubel."	21. Aug.	12h 10' p. m.	592,0	15,4
61.	Höchste Alpenhütte von Augstkumm.	23. Aug.	7h 10 p. m.	586,5	11,2
62.	Rothe Kumme; Stelle des Ueberganges über den kleinen Sattel, der sich zwischen dem Riffelhorn und dem Hochthäligrat befindet.	23. Aug.	5h 30' p. m.	548,1	8,0
63.	Nachtlager In den Gadmen, an einer durch Felsen geschützten Stelle am rechten Ufer des Gornergletschers.	21. Aug.	6h p. m.	553,84	8,3
64.	Aeusserste Phanerogamen auf einer Firninsel am Westabhange des Monte Rosa.	22. Aug.	5h p. m.	491,0	1,2
65.	Kleiner Sattel zwischen der Höchsten Spitze und dem Nordende.	22. Aug.	1h 50' p. m.	443,9	−3,5
66.	Der Höchste Gipfel des Monte Rosa.	22. Aug.	12h 20' p. m.	438,18	−5,1
		22. Aug.	1h p. m.	437,99	−4,8

Anmerk. zu Nr. 58. Die Zahl, welche hier in der Spalte der Localcorrectionen steht, wurde addirt, um den stö- Beobachtungen in Zmutt zeigen.

Höchste Spitze des Monte Rosa.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Bern	717,4	18,0	81	—	—	1703,8	5245,1			
Genf	726,1	22,0	74	+13,0	+40,0	1834,6	5647,8			
Turin	738,3	24,0	74	13,0	40,0	1850,0	5695,2			
						1842,3	5671,5			
Genf	726,1	23,7	74	—	—	1947,1	5994,1			
Turin	738,3	21,7	74	—	—	1949,6	6002,0			
						1948,4	5998,6			
Bern	717,1	19,4	60	—	—	2216,2	6822,3			
Genf	726,1	22,0	71	—	—	2235,9	6883,0			
Turin	737,6	20,0	71	—	—	2228,4	6859,8			
						2232,2	6871,4			
Genf	725,8	24,1	71	—	—	2807,7	8643,4	2807,1	8642	Michaelis.
Turin	737,9	23,0	71	—	—	2809,3	8648,0			
						2808,5	8645,7			
					Mittel	2808	8644			
Bern	716,7	20,0	61	—	—	2752,9	8474,6	2689	8278	Ulrich in Ziegler.
Bern	715,9	19,8	75	—	—	3723,2	11461,8			
Mt. Rosa	438,0	− 4,5	—	(−7,1)	(− 22)	4527,6	13938,0	4549	14004	Ulrich.
								4574	14081	Ulrich und Studer.
Resultate der Berechnungen nach 6 Stationen						4636,1	14272,2			
						4643,8	14298,8			
Mittel der trigonometrischen und barometrischen Bestimmungen						4640	14284			

…enden Einfluss der Temperatur zu eliminiren, welche hier durch die Nähe des Eises zu niedrig war, wie die späteren

8. Profil des Matterjoches oder des Theodul

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
67.	Coniferengrenze am linken Ufer des Gornergletschers. Expos. N. u. NO.	27. Aug.	9h 10' a. m.	590,0*	9,1
68.	Unteres Ende des Grossen Mont-Cervin- oder Furke-Gletschers; am Garbache.	27. Aug.	9h 30' a. m.	576,9*	5,6
69.	Matterjoch oder Col du St. Théodule. Platz bei der kleinen Hütte und den Befestigungen.	27—29. Aug.		Mittel aus 3 Be-	
70.	Plan de Torette; bei der fast zerfallenen Hütte; höchste Alpenhütte auf dieser Seite. Sie ist jetzt verlassen.	29. Aug.	4h p. m.	557,0*	3,1
71.	Sommerdorf Breuil; bei den Alpenhütten in der Thalsohle.	29. Aug.	6h 30' p. m.	588,7*	3,5
72.	Val Tournanche; am Ufer des Baches.	30. Aug.	7h 10' a. m.	630,5*	7.3
73.	Moé; kleines Dorf im Tournanche-Thale.	30. Aug.	8h 10' a. m.	642,3*	15,1
74.	Antey; Dorf.	30. Aug.	11h 10' a. m.	667,0*	18,3
75.	Quelle auf der rechten Seite des Thales.	30. Aug.	12h	680,4*	15,5
76.	Chatillon; bei der Brücke über die Tournanche am oberen Ende der Stadt.	30. Aug.	1h 10' p. m.	709,6*	20,4

Anmerk. zu Nr. 69. Die erstere Höhe von Saussure 10238' ist daraus abgeleitet, dass Saussure sagt, sein Zelt gemessen hatte. Die Höhe von 10416' ist jene, welche Saussure 1789 fand. IV. S. 380.

passes; von Zermatt nach Chatillon.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Turin	741,2	20,5	90	—	—	2216,2	6822,2			
Turin	741,2	21,0	90	—	—	2394,0	7369,9			
obachtungen nach 6 Stationen berechnet.						3365	10359	3327	10242	STUDER.
								3337	10273	FORBES.
					Mittel	3353	10322	3340	10283	SAUSSURE IV. p. 414.*)
								3364	10356	MARTINS.
								3383	10416	SAUSSURE.
								v. WELDEN's Angabe von 9948' bezieht sich wohl auf einen anderen Platz, als auf die Passhöhe selbst.		
Turin	724,6	20,0	83	—	—	2482,4	7641,8	2495	7681	MARTINS.
					Mittel	2489	7662			
Turin	725,0	18,0	91	—	—	2015,8	6205,6	2001,6	6162	DE WELDEN.
								2007,5	6180	SAUSSURE.
					Mittel	2010	6187	2010	6188	B. STUDER.
								2014	6200	MARTINS.
Turin	728,9	15,0	79	—	—	1487,7	4579,9	1541	4744	B. STUDER.
								1548	4767	MARTINS.
								1549	4770	SAUSSURE.
								1546	4760	
								Diese Messungen beziehen sich auf die Kirche, die ziemlich hoch über der Thalsohle steht.		
Turin	729,1	16,0	81	—	—	1354,4	4169,4			
Turin	729,9	20,5	78	—	—	1054,5	3245,7			
Turin	729,9	21,0	—	—	—	874,7	2692,7			
Turin	731,6	21,6	—	—	—	537,4	1654,3	514	1584	SAUSSURE.
								526	1620	A. de GUY.
					Mittel	530	1632	530	1632	MARTINS.
								542	1668	BAEYER.

habe sich 55 Toisen über der Basis befunden, die er zur trigonometrischen Bestimmung des Matterhornes bei 1658,87 T.

9. Uebergang über das Weissthor:

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
77.	Obere Alpenhütten von Findelen „In der Ecke."	26. Aug.	7h 45' p. m.	592,1	9,0
78.	Weissthor; bei den Felsen an der Uebergangsstelle. Der tiefste Punct des Passes, von dem man jedoch nicht herabsteigen kann, befand sich 20—30' unter dieser Stelle. Es ist diess der höchste Pass in den Alpen.	27. Aug.	11h a. m.	500,75	7,6
79.	Erstes Auftreten eines grobkörnigen, sehr feldspathreichen Gneisses an der östlichen Abdachung des Weissthores.	27. Aug.	12h	523,4	11,6
80.	Rofelstaffelalpe.	28. Aug.	1h 30' p. m.	606,0	12,5
81.	Macugnaga. Bei der kleinen Brücke über den Bach beim Wirthshause. Die Anza liegt noch noch etwas tiefer und vom Dorfe entfernt.	28. Aug. 29. Aug.	6' 25' p. m. 8h 15' a. m.	646,6 642,1	14,5 14,0

10. Der Turlo-Pass

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
82.	Häuser von Quarana im Val Quarazza. Linke Thalseite.	29. Aug.	10h 10' a. m.	641,3	16,5
83.	Höhe der Thalsohle im Val Quarazza am Fusse der steilen Wände, die sich von Scarpe herabziehen.	29. Aug.	11h 0' a. m.	617,3	16,5
84.	Alpenhütten von Scarpe.	29. Aug.	1h 30' p. m.	605,7	14,5
85.	Pass Turlo. Tiefster Punct des Ueberganges. Das Kreuz befindet sich 30—40' höher.	29. Aug.	4h 0' p. m.	538,05	1,6

Anmerk. zu Nr. 81. v. Welden's Höhe von 4802' bezieht sich auf die Getreidegrenze in den Umgebungen von

von Zermatt nach Macugnaga.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss	
Genf	731,5	18,0	47	—	—	2192,1	6747,5			
Bern	719,7	19,0	57	—	—	3634,3	11187,3	Die Höhe des Col du Géant in der Gruppe des Mont-Blanc ist nach SAUSSURE corr. von DE-CANDOLLE 3428,12m 10553,3′, nach FORBES bar. 3397,3m 10458,3′. Mittel 3413m 10506′.		
Genf	732,6	20,0	57	—	—	3627,9	11168,2			
S.Bernh.	572,1	10,1	70	—	—	3577,4	11013,3			
Aosta	712,7	23,8	54	—	—	3622,2	11150,6			
Mailand	754,1	22,5	55	—	—	3630,2	11175,0			
Turin	741,4	23,4	55	—	—	3617,2	11135,4			
					Mittel	3618	11138			
Turin	741,2	25,6	55	—	—	3207,4	9873,7			
Turin	734,5	25,8	57	—	—	1935,2	5957,6			
Turin	731,4	22,0	85	−6,5	−20,0	1330,1	4094,9	1312	4039	MARTINS.
Turin	723,9	21,0	91	−6,5	−20,0	1298,6	3997,8	1331,5	4099	FORBES.
						1314,4	4046,4			
					Mittel	1319	4061			

und der Ollen-Pass.

Turin	723,7	22,0	74	—	—	1590,3	4895,8			
Turin	723,4	22,4	78	—	—	1647,7	5072,2			
Turin	723,9	23,0	66	—	—	1812,2	5578,9			
S.Bernh.	557,6	−2,8	—	—	—	a2756,4	8485,5	c2786,2	8577	FORBES.
Turin	724,8	20,0	80	—	—	b2766,5	8516,3			
						2761,5	8500,9			
				Mittel von *a b c*		2770	8526			

Macugnaga.

Nr.	Orte der Beobachtung	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
86.	Strauchgrenze auf den westlichen Abhängen des Turlo.	29. Aug.	5^h 15′ p. m.	573,7	1,8
87.	Jazzialpe.	29. Aug.	6^h p. m.	600,1	7,2
88.	Alagna; Niveau der Sesia.	30. Aug.	12^h 15′ p. m.	653,2	17,1
89.	Ollenalpe.	31. Aug.	9^h 5′ a. m.	609,6	9,5
90.	Col d'Ollen; zwischen dem Sesia- und dem Lysthale.	31. Aug.	1^h 50′ p. m.	538,6	3,4

11. Die oberen Theile

Nr.	Orte der Beobachtung	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
91.	Gressoney St. Jean. Platz vor der Kirche; die Lys liegt nur 2—3 Meter tiefer.			Mittel aus 4 Be	
92.	Castel; Haus des Herrn Vincent; im Garten.	19. Sept.	4^h 15′ p. m.	637,6	6,3
93.	Noversch; Haus des Herrn Zumstein.	19. Sept.	8^h p. m.	631,0	5,3
94.	Gressoney la Trinité. Niveau der Lys bei der Brücke.	17. Sept.	6^h 40′ p. m.	625,5	5,5
95.	Ursio; bei der Kapelle.	17. Sept.	5^h 45′ p. m.	617,7	6,1
96.	Bödemié. Letzte Winterwohnung in diesem Thale. Bei dem Hause des Herrn Schwarz.	2. Sept.	4^h 15′ p. m.	607,8	11,2
		17. Sept.	8^h 30′ a. m.	606,2	7,8

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Turin	725,3	19,0	84	—	—	2232,3	6871,9			
Turin	725,7	18,0	82	—	—	1875,1	5772,5			
Turin	729,5	21,0	64	−22,7	−70,0	1205,3	3710,4			
Turin	736,4	20,8	81	—	—	1882,0	5793,6	1866	5744	Parrot.
					Mittel	1874	5769			
S.Bernh.	567,2	−0,5	—	—	—	2889,0	8893,6	(2802	8628	Berger.)
Turin	736,9	24,0	82	—	—	2930,0	9020,0	[b]2844	8755	Parrot.
						[a]2909,5	8956,8	[c]2974,2	9156	Forbes.
				Mitt. aus *a b c*		2909	8956			

des Lysthales.

obachtungen nach 5 Stationen berechnet						1370	4218	(1309	3948	Saussure.)
								(1381,9	4254	Zumstein.)
								St. Martin am Einflusse der Lys in die Dora-Baltea ist nach Baeyer 386m 1187′.		
Gresson	*644,9	7,0	—	—	—	1463,2	4504,5			
Turin	735,9	12,0	68	—	—	1463,3	4504,7			
						1463	4505			
Gresson	645,0	6,1	—	—	—	1549,2	4769,0	(1524	4691,5	Parrot.)
Turin	735,6	11,5	72	—	—	1543,1	4750,3	(1611,2	4960	Zumstein.)
						1546,2	4759,7			
Turin	739,0	20,0	64	—	—	1622,2	4993,7	(1652	5088	Zumstein.)
Turin	739,2	22,0	67	—	—	1727,8	5318,9			
Aosta	710,0	18,6	69	—	—	1935,1	5957,2	(1910	5880	Zumstein.)
Turin	737,1	22,3	76	—	—	1925,3	5926,9			
Aosta	710,0	12,0	73	—	—	1930,8	5943,8			
Turin	736,9	14,5	78	—	—	1908,1	5873,7			
						1924,8	5925,4			

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
97.	Staffel; Haus des Baron Beck.	17. Sept.	4h 20' p. m.	610,7	3,0
98.	Unteres Ende des Lysgletschers.	17. Sept.	3h 30' p. m.	597,2	3,8

12. Südwestliche Abdachung

99.	Aeusserste Coniferengrenze; etwas unter den Gabiet-Alpen. Expos. SW.	2. Sept.	5h 10' p. m.	585,5	9,3
100.	Quelle oberhalb der Gabiet-Alpen.	2. Sept.	6h 0' p. m.	583,6	7,1
101.	Gabiet-Alpe.	16. Sept.	7h 10' p. m.	580,5	5,5
102.	Lavezalpe, bei der grössten Hütte; höchste Kühalpen.	16. Sept.	6h 10' p. m.	572,7	5,9
103.	Kleines Becken „Im Indren"; sehr eben; mit einer Torfschicht bedeckt. Letzte Alpenhütten auf dieser Seite; es werden hier nur Schaafe gehalten.	3. Sept.	7h a. m.	561,1	5,5
104.	Unteres Ende des Indrengletschers.	16. Sept.	4h 40' p. m.	546,0	7,1
105.	Die Mittlere Barraque.	16. Sept.	4h 15' p. m.	540,7	8,0
106.	Minere delle Piscie im Embourstbale.	11. Sept.	4h p. m.	537,3	3,4
107.	Unterster Stollen in der Felsenschlucht bei der Vincenthütte.	11. Sept.	9h 30' a. m.	531,7	5,1
108.	Vincenthütte; auf dem Kamme, der die Val Sesia vom Gressoneythale trennt, einige Meter über dem Col delle Piscie.	3. Sept. — 17. Sept.			
109.	Sehr ebene Stelle zwischen dem Lys- und Garsteletgletscher, noch zum Firnmeere des letzteren gehörend. Das erste Plateau des Herrn Zumstein.	12. Sept.	5h 0' p. m.	501,2	2,1
110.	Terrasse im Firnmeere des Lysgletschers; eine sehr ebene Stelle nicht weit vom Fusse der Vincentpyramide. Sie entspricht Herrn Zumstein's zweitem Plateau.	12. Sept.	4h 20' p. m.	490,2	4,5

Correspond. Station	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Resultate früherer Beobachtungen. Par. Fuss.	
Aosta	708,0	13,5	64	—	—	1836,8	5654,4			
Aosta	707,8	14,0	65	—	—	2023,4	6228,9			

des Monte-Rosa.

Correspond. Station	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Resultate früherer Beobachtungen. Par. Fuss.	
Aosta	709,7	18,3	80	+13,0	+40,0	2254,4	6940,1			
Aosta	709,9	17,6	75	—	—	2263,6	6968,5			
Aosta	715,6	16,1	78	—	—	^{a}2365,0	7280,4	^{b}2378	7320,4	Parrot.
								(2441,5	7516	Zumstein.)
				Mitt. aus *a* u. *b*		2370	7300			
Aosta	715,4	16,9	77	—	—	2479,1	7632,0	(2515,2	7743	Zumstein.)
Turin	738,2	17,0	81	−8,1	−25,0	2564,7	7895,3			
Vincth.	526,7	3,0	—	—	—	2868,9	8831,6	Es ist diess ein auffallend hoher Stand für das Ende eines deutlich ausgebildeten Gletschers.		
Vincth.	526,7	3,1	—	—	—	2947,8	9074,6	(2873	8845	Zumstein.)
Vincth.	526,5	2,3	—	—	—	2998,0	9229,2			
Vincth.	526,6	2,0	—	—	—	3083,9	9493,5			
Mittel der zweistündigen Beobachtungen (von 6^h a. m. bis 10^h p. m.)						3162	9734	(3276	10086	Zumstein.)
Turin	739,2	21,3	74	—	—	3536,7	10888,4			
Turin	739,2	23,3	74	—	—	3755,2	11560,2	(3781	11640	Zumstein.)

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
111.	Aeusserste Phanerogamengrenze. Auf einigen Felsen unterhalb der Vincentpyramide.	12. Sept.	3^h 30′ p. m.	485,9	-3,1
112.	Kleine Einsattelung zwischen der Vincentpyramide und dem Schwarzhorn.	12. Sept.	1^h 30′ p. m.	467,3	−4,1
113.	Gipfel der Vincentpyramide.	12. Sept.	1^h 0′ p. m.	459,8	−5,0

13. Weg über den Col

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
114.	Alpenhütten des Herrn Lisco; auf dem östlichen Abhange des Passes.	21. Sept.	12^h 30′ p. m.	597,9	5,5
115.	Col d'Arransole; bei der Kapelle.	21. Sept.	1^h 15′ p. m.	585,0	2,5
116.	St. Grat. Kleines Dorf auf dem südwestlichen Abhange des Col d'Arransole.	21. Sept.	3^h 30′ p. m.	622,0	7,4
117.	Brusson; bei der hölzernen Brücke über den Challantbach.	21. Sept.	4^h 45′ p. m.	653,4	8,8
118.	Col de Jou; bei dem Kreuze an der Uebergangsstelle.	21. Sept.	6^h p. m.	625,3	5,1
119.	St. Grat. Dorf auf dem westlichen Abhange des Col de Jou.	21. Sept.	6^h 15′ p. m.	638,0	4,2
120.	St. Vincent; bei der Mineralquelle.	21. Sept.	7^h 30′ p. m.	704,5	6,2

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Turin	739,2	23,8	73	—	—	3823,5	11770,4			
Vinct.-Pyram.	459,8	– 5,0	—	—	—	4097,2	12613,1			
(Mittel nach 6 Stationen)						4224	13003			

d'Arransole und den Col de Jou.

Genf	725,9	11,4	76	—	—	2014,1	6200,1			
Turin	736,1	17,8	78	—	—	2018,2	6213,0			
						2016	6207			
Genf	726,1	11,5	75	—	—	2186,4	6730,8	(2162,1	6656	Forbes.)
Turin	736,3	18,2	74	—	—	21925	6749,5			
						2189	6740			
Turin	736,7	16,0	74	—	—	1693,8	5214,3			
Genf	726,1	10,8	74	—	—	1285,8	3958,4			
Turin	736,7	14,5	74	—	—	1280,0	3940,2			
						1283	3949	(1350,7	4158	Forbes im Lion d'or.)
Genf	726,4	10,4	74	—	—	1644,8	5063,2			
Turin	736,7	14,6	74	—	—	1638,6	5044,4			
						1642	5054			
Genf	726,4	10,4	74	—	—	1477,1	4547,0			
Genf	726,4	10,1	—	—	—	659,4	2030,0			
Turin	736,7	13,0	—	—	—	643,6	1981,2			
						652	2006			

Zusammenstellung einiger Puncte, welche durch

Wir fügen hier das Detail der Beobachtungen einiger Puncte bei, die wir in die vorher

Zermatt (Nr. 56

Das Barometer war im Niveau

Zermatt.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
20. Aug. 11h 15′ a. m. 631,5 M. M. 19,6° C.	Bern	720,0	19,2	54	1704,8	5248,3
	Genf	730,9	17,0	54	1665,2	5126,1
	St. Bernhard	570,2	6,8	60	1612,0	4962,4
	Aosta	712,1	22,0	54	1658,4	5105,2
	Mailand	750,7	24,0	47	1656,5	5099,1
	Turin	740,8	25,5	47	1669,7	5140,1
					1661,1	5113,5
20. Aug. 3h 15′ p. m. 630,8 M. M. 20,4° C.	Bern	719,3	21,2	52	1712,3	5271,1
	Genf	729,7	19,8	52	1669,2	5138,3
	St. Bernhard	570,3	7,6	58	1619,7	4986,2
	Aosta	710,7	25,0	52	1658,6	5106,0
	Mailand	749,8	25,0	47	1660,5	5111,6
	Turin	738,3	27,5	47	1657,4	5102,2
					1663,0	5119,2
20. Aug. 6h 35′ p. m. 631,7 M. M. 11,2° C.	Bern	718,7	20,0	66	1670,9	5143,8
	Genf	729,5	19,0	66	1631,7	5022,9
	St. Bernhard	570,2	6,9	70	1623,0	4996,2
	Aosta	711,2	21,0	66	1626,5	5007,3
	Mailand	749,8	24,0	60	1620,3	4987,7
	Turin	737,8	22,0	60	1601,1	4930,5
					1628,9	5014,7
				Mittel der sechs Beobachtungen		

wiederholte Beobachtungen bestimmt wurden.

gehenden Tabellen nicht aufnehmen konnten, ohne zu sehr ihre Eintheilung zu unterbrechen.

der Tabelle).

des Kirchenpflasters aufgehängt.

Zermatt.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
	Bern	716,4	17,1	79	1659,5	5108,7
21. Aug.	Genf	729,6	15,6	79	1648,0	5073,4
9h 0′ a. m.	St. Bernhard . . .	569,6	9,3	90	1613,7	4967,5
630,8 M. M.	Aosta	712,0	18,6	79	1653,0	5088,6
15,4° C.	Mailand	751,2	19,2	77	1648,8	5075,7
	Turin	739,1	19,3	77	1635,0	5033,2
					1643,0	5057,8
	Bern	717,4	20,6	73	1689,6	5201,6
25. Aug.	Genf	729,5	17,0	73	1660,8	5112,7
10h 30′ a. m.	St. Bernhard . . .	569,3	4,5	80	1628,4	5012,8
630,0 M. M.	Aosta	710,3	22,0	73	1649,8	5079,0
15,5° C.	Mailand	748,2	24,4	74	1640,2	5049,2
	Turin	736,0	24,3	74	1623,8	4998,8
					1648,8	5075,7
	Bern	719,7	18,9	73	1688,3	5197,3
26. Aug.	Genf	731,9	18,0	73	1666,9	5131,6
12h 0′	St. Bernhard . . .	571,7	9,9	80	1619,0	4984,1
632,3 M. M.	Aosta	714,6	22,1	73	1676,6	5161,3
18,2° C.	Mailand	754,4	24,2	67	1687,2	5193,7
	Turin	742,5	22,1	67	1669,6	5139,8
					1667,9	5134,6
1652 Meter 5086 P. F.						

Matterjoch oder St.

Matterjoch.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
(*a*) 28. Aug. 6h 0' a. m. Siedepunct 89,20° C. + 1,5° C. Luftdruck 509,6 M. M.	Bern	714,6	15,2	79	3372,2	10381,0
	Genf	727,6	13,0	82	3345,1	10297,7
	St. Bernhard . . .	568,3	5,8	73	3357,5	10335,8
	Aosta.	710,1	15,0	78	3361,9	10349,6
	Mailand	750,1	18,5	80	3373,2	10384,1
	Turin.	737,7	15,0	82	3337,5	10274,3
					3357,9	10337,1
(*b*) 28. Aug. 9h 30' a. m. Siedepunct 89,22° C. + 3,1° C. Luftdruck 510,0 M. M.	Bern	712,7	18,6	50	3367,8	10367,5
	Genf	724,7	20,8	47	3356,4	10332,4
	St. Bernhard . . .	568,2	9,6	45	3359,4	10341,4
	Aosta.	709,3	20,1	46	3378,9	10401,9
	Mailand	749,4	21,6	48	3384,4	10418,6
	Turin.	737,3	19,6	47	3359,7	10342,8
					3367,8	10367,4

Mittel aus *a b* und *d* 3365 Meter 10359 P. F. Mittel aus unseren Bestim

Bemerkung. Die Beobachtung *c* wurde nicht mit in das Mittel genommen. Das bedeutende Fallen des Baro Theodulpasse auf den correspondirenden Stationen geäussert zu haben; überdiess herrschte den 28. August

Gressoney St. Jean

Das Barometer befand sich im Hause des Herrn

Gressoney St. Jean.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
31. Aug. 8h p. m. 650,0 M. M. 8,2° C.	Genf	732,8	11,5	62	1405,2	4325,9
	St. Bernhard . . .	568,3	− 3,0	—	1389,4	4277,2
	Aosta.	711,2	15,8	—	1367,0	4208,2
	Mailand	749,1	18,0	66	1344,6	4139,3
	Turin.	737,7	15,0	65	1333,9	4106,3
					1368,0	4211,4

Theodul-Pass (Nr. 69 der Tabelle).

Matterjoch.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
(c) 28. Aug. 2h 0' p. m. Siedepunct 89,09° C. 3,1° C. Luftdruck 507,5 M. M.	Bern	707,3	22,2	61	3367,3	10366,0
	Genf	722,1	22,7	62	3381,3	10409,0
	St. Bernhard	564,7	10,0	68	3350,5	10314,4
	Aosta	706,0	21,6	62	3392,2	10442,4
	Mailand	746,7	25,2	62	3420,8	10530,5
	Turin	734,1	26,0	62	3407,8	10490,7
					3386,7	10425,5
(d) 29. Aug. 10h 0' a. m. Siedepunct 88,70° C. −4,1° C. Luftdruck 500,0 M. M.	Bern	708,5	15,5	75	3426,4	10547,7
	Genf	721,1	14,3	74	3400,1	10467,1
	St. Bernhard	558,1	−2,0	95	3339,8	10281,3
	Aosta	700,5	16,3	72	3382,2	10412,0
	Mailand	736,3	16,1	74	3322,8	10229,0
	Turin	723,7	21,6	74	3342,0	10287,8
					3368,9	10370,8

mungen verglichen mit jenen anderer Beobachter: 3353 Meter 10322 P. F.

meters, welches an diesem und an dem folgenden Tage stattfand, scheint sich nicht in gleichmässiger Weise auf dem Nachmittags auf dem Passe selbst ein schlechtes und sehr veränderliches Wetter.

(Nr. 91 der Tabelle).

Lisco im Niveau des Platzes vor der Kirche.

Gressoney St. Jean.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
2. Sept. 11h 30' a. m. 652,2 M. M. 18,1° C.	Genf	732,3	15,2	51	1397,3	4301,6
	St. Bernhard	568,6	4,5	—	1328,2	4088,8
	Aosta	710,1	20,0	—	1345,0	4140,5
	Mailand	750,5	20,0	57	1359,5	4185,0
	Turin	739,1	21,1	56	1354,3	4169,1
					1356,9	4177,0

Gressoney St. Jean

Gressoney St. Jean.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
19. Sept. 11h 30' a. m. 644,5 M. M. 8,7° C.	Genf	725,3	11,0	79	1391,2	4282,8
	St. Bernhard	562,6	– 0,8	—	1370,9	4220,1
	Aosta	707,9	15,3	—	1399,2	4307,3
	Mailand	749,4	12,8	80	1408,1	4334,6
	Turin	736,3	13,5	79	1388,2	4273,6
					1391,5	4283,7

Mittel der vier Beobachtungen

Vincent-Hütte. Auf dem Kamme, welcher das Sesia-

Berechnet nach Genf.

Stunden.	Hütte. Barometer.	Hütte. Lufttemp.	Genf. Barometer.	Genf. Lufttemp.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
6h a. m.	523,28	0,07	731,51	8,90	83	3139,4	9664,3
8 „	523,81	1,76	731,57	11,55	83	3150,4	9698,3
10 „	524,00	3,04	731,79	13,60	81	3177,4	9781,3
12h	524,21	3,67	731,51	14,50	81	3176,8	9779,3
2h p. m.	524,37	3,89	731,27	15,79	74	3179,5	9787,9
4 „	524,36	3,19	730,99	15,96	79	3173,7	9769,8
6 „	524,43	1,23	731,04	15,33	77	3164,8	9742,7
8 „	524,29	– 0,48	731,50	13,03	84	3143,2	9676,3
10 „	523,96	– 2,45	731,57	11,51	88	3129,5	9633,8
						3159,4	9726,0

Berechnet nach Aosta.

	Hütte.		Aosta.				
9h a. m.	523,91	2,40	713,71	15,83	82	3183,5	9800,2
12h	524,21	3,67	712,72	19,77	82	3195,1	9835,8
3h p. m.	524,36	3,54	711,98	19,66	77	3182,5	9797,1
9 „	524,13	– 1,47	713,54	14,28	86	3150,1	9697,2
						3177,8	9782,6

(Fortsetzung).

Gressoney St. Jean.	Correspond. Station.	Barometer.	Lufttemperatur.	Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
19. Sept. 9h 30' p. m. 645,2 M. M. 5,2° C.	Genf	725,6	6,6	62	1369,3	4215,2
	St. Bernhard . . .	562,2	– 3,9	—	1370,9	4220,2
	Aosta	707,6	10,0	—	1373,7	4228,8
	Mailand	746,2	12,4	70	1353,5	4166,3
	Turin	735,4	11,0	68	1355,1	4171,8
					1364,5	4200,5

1370 Meter 4218 P. F.

und das Gressoney-Thal trennt (Nr. 108 der Tabelle).

Berechnet nach St. Bernhard.

Stunden.	Hütte.		St. Bernhard.		Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
	Barometer.	Lufttemp.	Barometer.	Lufttemp.			
6h a. m.	523,28	0,07	568,73	1,4	—	3140,1	9666,4
8 „	523,81	1,76	569,11	2,7	—	3141,3	9670,1
10 „	524,00	3,04	569,29	3,6	—	3143,5	9677,1
12h	524,21	3,67	569,51	4,3	—	3145,2	9682,1
2h p. m.	524,37	3,89	569,35	4,2	—	3140,8	9668,7
4 „	524,36	3,19	569,44	3,3	—	3140,0	9666,3
6 „	524,43	1,23	569,50	2,6	—	3136,0	9654,1
8 „	524,29	– 0,48	569,79	2,4	—	3139,8	9665,7
10 „	523,96	– 2,45	569,84	2,1	—	3142,5	9674,0
						3141,0	9669,4

Berechnet nach Turin.

	Hütte.		Turin.				
9h a. m.	523,91	2,40	741,26	16,31	80	3161,3	9731,9
12h	524,21	3,67	739,86	21,09	76	3176,0	9777,3
3h p. m.	524,36	3,54	739,87	21,41	73	3174,9	9773,8
						3170,7	9761,0

Vincent-Hütte

Berechnet nach Mailand.

Stunden.	Hütte.		Mailand.		Mittlere Feuchtigk.	Meter.	Par. Fuss.
	Barometer.	Lufttemp.	Barometer.	Lufttemp.			
6 a. m.	523,28	0,07	752,86	12,65	82	3137,0	9656,9
9 „	523,91	2,40	753,22	15,61	80	3163,6	9739,0
12ʰ	524,21	3,67	752,84	19,38	76	3185,5	9806,2
3ʰ p. m.	524,36	3,54	752,40	20,75	73	3185,8	9807,2
6 „	524,43	1,23	752,14	18,95	73	3156,1	9715,7
9 „	524,13	− 1,47	753,08	16,60	82	3141,2	9669,8
						3161,5	9732,5

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

1. Galputran im Vispthale . . . . 910 M. 2801 P. F.
2. Quelle zwischen Galputran und St. Nicolas . . . . . 1015 „ 3125 „
3. Unteres Ende des Macugnagagletschers . . . . . 1611 „ 4960 „
4. Fluhalpe oberhalb des Findelengletschers; sie dürfte wohl eine der höchsten Alpenhütten sein, die in den Alpen vorkommen. (Bergerie am Mt. Viso 2524ᵐ Bravais) . 2580 „ 7942 „
5. Rechtes Ufer des Findelengletschers, Platz, wo man beim Uebergange über das Weissthor zuerst das Eis betritt . . . . 2740 „ 8430 „
6. Firnlinie auf dem Findelengletscher in ziemlich gleicher Entfernung von beiden Ufern . . . . 3040 „ 9360 „
7. Koneriges Moos, oberhalb Auf der Mauer, am linken Ufer des Theodulgletschers . . . . 2770 „ 8527 „

Fortsetzung).

Mittel nach den fünf Stationen: 3162 Meter 9734 Par. Fuss 1622,4 Toisen.

Es wurden zu diesem Mittel auf gleichmässige Weise die Resultate benützt, welche sich nach jeder der 5 correspondirenden Stationen ergeben hatten. Wenn man das Mittel aus den 31 einzelnen Zahlen nehmen würde, welche in der obigen Tabelle enthalten sind, so würde man 3158 M. = 9722 P. F. erhalten; diese Höhe könnte man jedoch nicht als das wahre Mittel betrachten, weil die ungleiche Zahl der Beobachtungen an den verschiedenen Stationen darauf von Einfluss ist; bei länger fortgesetzten Reihen von Beobachtungen ist jedoch die Zahl der Ablesungen von weit geringerer Wichtigkeit als die geographische und klimatologische Lage jeder einzelnen correspondirenden Station.

Man weiss, dass die Beobachtungen von 9^h a. m. gewöhnlich sehr unabhängig von dem täglichen Gang der Temperatur sind; wir haben daher das Mittel der Beobachtungen um 9 Uhr für die fünf Stationen berechnet. Es ergaben sich daraus 3163 M. 9737 P. F. für die Höhe unserer Hütte, eine Zahl, welche bis auf einen Meter mit dem allgemeinen Mittel übereinstimmt.

Höhenbestimmungen mit dem Aneroid.

8.	Fourneaux dessus auf den Abhängen des Matterjoches gegen Breuil	3180 M.	9790 P. F.
9.	Kleiner See und Torflager unterhalb der Fourneaux	2725 „	8390 „
10.	Fuss der Nase. Sie liegt zwischen den zwei Hauptzuflüssen des Lysgletschers	3400 „	10467 „
11.	Höchster Gipfel der Nase (11352′ Zumstein)	3630 „	11176 „
12.	Kleiner Schneesattel hinter der Nase	3615 „	11130 „
13.	Vordere (kleinere) Spitze der Nase	3570 „	10990 „
14.	Letzte Alpenhütten auf dem westlichen Abhange des Col d'Arransole	1980 „	6095 „
15.	Letzte Alpenhütten auf dem Nordostabhange. Die Alpenhütten sind in Beziehung auf die Höhe bisweilen noch weit unregelmässiger vertheilt als die letzten Häuser.	2050 „	6310 „

IV. Umgebungen

14. Profil des Col de la Seigne,

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
121.	Derby. Bei der Brücke über die Dora-Baltea.	22. Sept.	3^h p. m.	691,8	12,1
122.	Morgex.	22. Sept.	4^h p. m.	682,8	13,0
123.	Courmayeur auf dem Hauptplatze.	22. Sept.	6^h 30' p. m.	658,95	10,2
124.	Unteres Ende des Brenvagletschers.	23. Sept.	7^h 15' a. m.	649,2	8,1
125.	Häuser und kleine Mühlen oberhalb des Brenvagletschers.	23. Sept.	7^h 45' a. m.	640,0	9,2
126.	Unteres Ende des Miagegletschers.	23. Sept.	8^h 30' a. m.	629,4	8,3
127.	Combalsee.	23. Sept.	9^h 30' a. m.	604,3	2,3
128.	Coniferengrenze oberhalb des Combalsee's.	23. Sept.	10^h 25' a. m.	597,7	2,3
129.	Plan de l'Allée-blanche, oberhalb des Combalsee's, ebene Stelle der Thalsohle.	23. Sept.	10^h 45' a. m.	590,0	3,2
130.	„Obere Alpenhütten" der Allée-blanche.	23. Sept.	11^h 45' a. m.	580,3	2,8
131.	Col de la Seigne; bei der kleinen Steinpyramide.	23. Sept.	2^h 10' p. m.	561,9	2,0
132.	Châlets du Motet, Alpenhütten.	23. Sept.	3^h 55' p. m.	608,9	4,2
133.	Alpenhütten beim Oratoire du glacier.	23. Sept.	4^h 45' p. m.	614,7	4,1

des Mont-Blanc.

von Aosta nach Bourg St. Maurice.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Aosta	709,6	13,2	—	—	—	827,0	2545,8			
Aosta	709,8	12,9	—	—	—	939,8	2893,2	(1054	3252	J. P. und F. J. Pictet.)
Aosta	710,2	10,8	—	—	—	1237,1	3808,5	1236,6	3806,8	Mittel von Decandolle, berechnet nach den Beob. von Saussure, Pictet u. Escher v. d. Linth.
Genf	726,4	11,6	—	—	—	1218,3	3750,4			
						1227,7	3779,5			
								1283,5	3951	Forbes Mittel aus 24 barom. Beobachtung.
					Mittel	1249	3845			
									(3750 Karte von Cotta.)	
Genf	727,8	9,6	—	—	—	1351,8	4161,5	1347,5	4147,7	Escher v. d. Linth in Dc.
					Mittel	1350	4155	1349,6	4155	Forbes.
Genf	727,8	9,8	78	—	—	1476,2	4544,5			
Genf	728,0	11,0	100	—	—	1619,5	4985,7			
Genf	728,1	11,5	100	—	—	1942,9	5981,2	(1516,0	4670	Chaix Karte von Savoyen in Decand.)
					Mittel	1932	5947			
								1921	5913	Forbes.
									(4454 Karte von Cotta.)	
Genf	727,9	11,4	100	—	—	2030,4	6250,5			
Genf	727,9	12,8	100	—	—	2145,9	6606,0	(Ein wenig höher endet der Allée-blanche-Gletscher.)		
Genf	727,7	14,8	100	—	—	2286,2	7037,9			
Genf	727,9	10,8	96	—	—	2535,5	7805,4	2487,8	7658,5	Mittel aus 4 barom. Bestimmungen, 3 von Saussure, 1 von Escher, berechnet von Decandolle.
Turin	737,5	15,4	92	—	—	2530,6	7790,2			
						2533,1	7797,8			
								2567	7902	Forbes.
					Mittel	2529	7786		(7578 Karte von Cotta.)	
Genf	728,0	12,4	100	—	—	1887,8	5808,4	(1830	5634	Saussure.)
Genf	728,0	11,0	99	—	—	1806,7	5561,7	(1774	5460	Karte von Chaix.)

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
134.	Chapiu oder Chapeau; Sommerdorf am Fusse des Col du Bonhomme.	23. Sept. 24. Sept.	8^h 45' p. m. 7^h 30' a. m.	633,6 632,9	2,3 4,0
135.	Bourg St. Maurice; auf dem Charles-Albert-Platze.	29. Sept.	3^h 15' p. m.	686,6	15,1

15. Ueber den Col du Bonhomme

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
136.	Alpenhütten Mont-Jovet; auf dem SO.-Abhange des Col du Bonhomme.	28. Sept.	12^h 45' p. m.	597,9	3,2
137.	Alpenhütten auf dem Plan de Vérare.	24. Sept.	9^h 15' a. m.	598,1	6,5
138.	Col du Bonhomme; bei dem Kreuze.	24. Sept.	11^h 10' a. m.	563,8	5,1
139.	Col de Gauche; kleiner Sattel zwischen Beaufort und dem Montjoiethale.	24. Sept.	12^h 30' p. m.	575,1	7,8
140.	Alpenhütten: la Barme.	24. Sept.	2^h 45' p. m.	620,6	8,6
141.	Nant Bourant, Höhe der mittleren Hütten.	28. Sept.	9^h 30' a. m.	635,9	4,1
142.	Notre-Dame de la Gorge, Wallfahrtsort, zugleich letzte Winterwohnung im Montjoiethale.	24. Sept.	4^h 30' p. m.	659,1	8,1
143.	Les Contamines, bei der Kirche.	25. Sept.	7^h a. m.	662,2	5,7

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter	Resultate früherer Beobachtungen. Par. Fuss.	
Genf	728,4	9,8	97	—	—	[a] 1551,7	4776,8	[c] 1573	4842	SAUSS. § 2226.
Genf	727,7	10,5	96	—	—	[b] 1558,3	4797,1	(1611	4958	BERGER.)
						1555,0	4787,0	(1841,8	5670	BEAUMONT descr. d. Alp.)
				Mittel aus *a b c*		1561	4805			
Genf	722,3	12,0	—	—	—	824,0	2536,5	(842	2592	Karte von CHAIX.)
Turin	731,9	15,8	—	—	—	814,7	2508,0	851	2620	BILLIET bei der Kirche.
						819,4	2522,3	(881	2732	A. BEAUMONT.)

von Chapiu in das Chamounithal.

Genf	721,4	8,3	85	—	—	1946,1	5990,9	1961	6037	ESCHER V. D. LINTH in Dc.
					Mittel	1953,5	6014			
Genf	727,6	11,2	89	—	—	2033,8	6260,9			
Genf	727,3	12,0	90	—	—	2518,7	7753,6	2455	7558	PICTET und SAUSSURE nach DECANDOLLE.
Turin	736,6	18,2	90	—	—	2517,3	7749,5			
						2518,0	7751,6	2482	7641	STUDER.
								2498	7689	FORBES.
					Mittel	2488	7660		(7530 Karte von COTTA.)	
Genf	726,9	13,6	90	—	—	2367,5	7288,1	2355	7250	MARTINS, welcher diese Höhe unter dem Namen von Bonhomme gibt.
					Mittel	2361	7269			
Genf	726,2	13,5	90	—	—	1723,0	5304,3	(1774	5460	J. P. und F. J. PICTET.)
Genf	721,6	8,4	83	—	—	1444,9	4448,2	(1378	4242	J. P. und F. J. PICTET.)
								[b] 1403	4320	SAUSSURE.
				Mitt. aus *a* u. *b*		1424	4384			
Genf	726,1	12,3	—	—	—	[a] 1211,6	3729,7	(869,5	2676,7	ESCHER V. D. LINTH in Dc.)
								(1060	3258	J. P. und F. J. PICTET.)
				Mitt. aus *a* u. *b*		1219	3753	[b] 1227	3777	MARTINS.
Genf	725,5	9,6	—	—	—	[a] 1158,1	3565,2	(858,8	2643,6	ESCHER V. D. LINTH in Dc.)
								(998	3072	J. P. und F. J. PICTET.)
				Mitt. aus *a* u. *b*		1173	3611	[b] 1188	3657	MARTINS.
									(2804 Karte von COTTA.)	

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
144.	Champel oder Champlet, bei der Kapelle.	25. Sept.	10^h 45′ a. m.	658,5	8,9
145.	Unteres Ende des Bionnassaigletschers; bei der untersten Endmoräne gemessen. 1851 war er etwas kürzer, und sein Ende um 30 bis 40 Meter höher.	25. Sept.	12^h 45′ p. m.	641,2	9,0
146.	Bionnassai, bei der Kapelle des Dorfes.	27. Sept.	4^h p. m.	648,5	6,2
147.	Col de Voza, an der tiefsten Stelle des Ueberganges.	27. Sept.	3^h 30′ p. m.	620,1	5,6
148.	Unteres Ende des Bossonsgletschers.	27. Sept.	6^h p. m.	670,1	6,3
149.	Chamouni; Brücke über die Arve.	26. Sept.	12^h 10′ p. m.	671,3	15,6
		27. Sept.	9^h 30′ a. m.	671,9	7,6
150.	Quelle auf dem Wege von Chamouni zum Montanvert.	26. Sept.	1^h 0′ p. m.	643,2	6,5
151.	Montanvert; Höhe des Pavillon.	26. Sept.	4^h 30′ p. m.	603,1	5,2

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Genf	725,3	12,8	—	—	—	1211,8	3730,3	1213	3734	MARTINS.
					Mittel	1212	3732			
Genf	724,9	16,4	98	—	—	1442,3	4440,0			
Genf	724,2	7,7	—	—	—	1312,9	4041,8	1327	4085	SAUSSURE in DC.
					Mittel	1324	4077	1333	4104	MARTINS.
								(3224 Karte von COTTA.)		
Genf	724,2	7,8	89	—	—	1683,9	5183,8	1689	5200	MARTINS.
					Mittel	1686,5	5192			
Genf	724,4	13,3	—	—	—	1053,5	3243,2			
Genf	722,8	16,5	—	—	—	1034,9	3186,0	1031,4	3175	BAEYER.
Genf	724,7	8,2	—	—	—	1030,1	3171,1	[a] 1044,4	3213,3	Mittel von DECANDOLLE, berechnet nach den Beobachtungen von SAUSSURE, SENEBIER, PICTET, SAUSSURE Sohn, BERGER, BAEYER, A. DE GUY und SHUCKBURGH.
						1032,5	3178,6			
				Mitt. aus *a* u. *b*		1042	3208			
								[b] 1040	3202	OSTERWALD; er hatte aus 126 Ablesungen, nach verschiedenen Stationen berechnet, erhalten 1052ᵐ bei 12ᵐ über der Arve.
								(3150 Karte von COTTA.)		
Genf	722,9	15,2	—	—	—	1379,9	4248,1			
Genf	722,4	11,9	86	—	—	[a] 1903,8	5860,7	(1859	5724	SAUSSURE.)
								[b] 1891,8	5823,8	Mittel von DECANDOLLE, berechnet nach den Beobachtungen von BERGER, PICTET und SHUCKBURGH.
				Mitt. aus *a b c*		1905,5	5866			
								[c] 1921	5914	FORBES, Mittel aus 27 Beobachtungen.

V. Alpen der Maurienne

16. Profil des

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
152.	Seez, bei der Kirche. Dieses Dorf liegt auf einem Erdsturze gegen 100 Meter über dem Wasser.	29. Sept.	4^h 0' p. m.	681,7	14,3
153.	Longefoi, in der Gemeinde von Seez; bei der Kapelle.	29. Sept.	4^h 45' p. m.	682,6	11,9
154.	Viclair; schönes Thal-Becken; Niveau der Isère.	29. Sept.	5^h p. m.	680,9	10,0
155.	Ste. Foi, bei der Kirche.	30. Sept.	6^h 30' a. m.	668,8	6,5
156.	Ste. Foi la Tuile; hier ist zugleich die Grenze der Nussbäume.	30. Sept.	8^h 30' a. m.	653,1	7,2
157.	Les Brevières; Niveau der Isère.	30. Sept.	11^h a. m.	628,1	9,9
158.	Les Tignes; Niveau der Isère, die hier in einem Erosionsbette von geringer Tiefe fliesst.	30. Sept.	3^h 15' p. m.	621,3	10,2
159.	Val de Tignes; sehr schön entwickeltes Thalbecken.	1. Oct.	8^h 15' a. m.	607,5	6,4
160.	Col du Mont Iséran, bei der Kapelle.	1. Oct.	10^h a. m.	541,8	4,1
161.	Alpenhütten von Lenta.	1. Oct.	11^h a. m.	582,5	6,1
162.	Bonneval, bei der Kirche.	1. Oct.	2^h 30 p. m.	611,3	8,3
163.	Lanslebourg; bei dem Kreuze auf der Strasse über den Mont-Cenis.	2. Oct.	8^h a. m.	641,1	8,5

Anmerk. zu Nr. 152. Die Höhen bei Decandolle, welche demselben von Chan. Rendu 1839 mitgetheilt wurden,

und Tarentaise.

Col d'Iséran.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Localcorrect. Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Absolute Höhe. Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Genf	722,0	11,9	—	—	—	889,6	2738,7	923	2848,4	Billiet.*
					Mittel	906	2794			
Genf	722,1	10,6	—	—	—	876,3	2697,7			
Genf	722,1	10,5	—	—	—	895,4	2756,3			
Genf	721,8	7,9	—	—	—	1033,3	3181,1	(978	3012	Alb. Beaumont.)
Genf	721,9	9,5	—	—	—	1233,3	3796,6			
Genf	721,6	11,9	76	—	—	1568,1	4827,2			
Genf	720,9	12,7	60	—	—	1653,7	5090,7	(1093,4	3366?	Alb. Beaumont.)
Turin	735,0	10,5	88	—	—	1852,7	5703,4			
Turin	734,7	11,0	97	—	—	2789,9	8588,4			
Turin	734,7	12,0	93	—	—	2097,1	6763,6			
Turin	734,7	12,2	92	—	—	1809,1	5569,3	1805	5557	Billiet.
					Mittel	1807	5563			
Turin	733,2	11,0	89	—	—	1391,5	4283,7	1343,5	4136	Shuckburgh.
					Mittel	1361	4191	1348,7	4152	Alb. Beaumont. Marit. Alps.
								(1491	4590,7	Billiet, bei der Kirche.)

sind um 21m zu niedrig. Mém. de Chambéry XI. S. 39.

17. Weg über den

Nr.	Orte der Beobachtung.	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
164.	Moutiers, Marktplatz.	26. Sept.	4^h 45′ p. m.	716,8*	14,3
		28. Sept.	12^h 10′ p. m.	713,2*	10,0
165.	Petit-Coeur; beim Eingange in die Anthracitminen, die etwas oberhalb des Dorfes liegen.	25. Sept.	1^h p. m.	699,0*	17,2
166.	Grand-Coeur; bei der Kirche.	25. Sept.	2^h 50′ p. m.	709,4*	17,9
167.	Salin; bei der Salzquelle in der grossen Gallerie.	28. Sept.	2^h 45′ p. m.	712,9*	17,2
168.	St. Martin de Belleville; bei der Kirche.	29. Sept.	8^h 15′ a. m.	642,1*	6,5
169.	Quelle bei Chaudane.	29. Sept.	12^h 30′ p. m.	618,8*	11,3
170.	Fundort der Liasversteinerungen; auf der linken Thalseite.	29. Sept.	3^h 15′ p. m.	611,0*	11,5
171.	Villette; kleines Dorf auf der Südseite des Passes.	30. Sept.	6^h a. m.	663,0*	2,5
172.	Modane; bei der Kirche.	30. Sept.	2^h 45′ p. m.	667,1*	12,1

VI. Cottische

18. Von Turin nach Gap

173.	Susa; bei der Brücke über die Dora riparia.	3. Oct.	7^h 15′ p. m.	715,0	12,2
174.	Grenze der Kastanienbäume auf den südlichen Abhängen des Mont-Cenis.	3. Oct.	12^h 15′ p. m.	663,2	13,1

*) Der Col des Encombres selbst konnte nicht bestimmt werden, weil ein sehr heftiger Wind das Sieden des

Col des Encombres.*)

Correspond. Station.			Mittlere Feuchtigkeit	Localcorrect.		Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.		
	Barom.	Therm.		Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	Meter.	Par. Fuss.	
Genf	723,7	11,5	—	—	—	487,4	1500,4	[b]487	1499,2	Billiet.
								(5886	1812	Alb. Beaumont.
Genf	721,3	8,2	—	—	—	500,6	1540,9			
						[a]494,0	1520,7			
				Mitt. aus *a* u. *b*		491	1510			
Genf	724,9	16,4	—	—	—	717,0	2207,2			
Genf	724,6	14,8	—	—	—	587,4	1808,3			
Genf	721,7	8,0	—	—	—	509,9	1569,8			
Genf	722,6	6,7	—	—	—	1375,1	4233,2			
Genf	722,7	12,2	90	—	—	1711,4	5268,3			
Genf	722,4	11,8	91	—	—	1816,3	5591,5			
Genf	721,8	7,6	—	—	—	1099,3	3384,0			
Genf	720,9	12,6	—	—	—	1057,0	3254,1	1058,3	3258	de Luc bei Saussure.
								1078	3319	Billiet.
								1136,2	3498	Pictet, (auch von Saussure angenommen.)
					Mittel	1082	3332			

Alpen.

über den Mont-Genèvre.

Turin	732,8	16,0	—	—	—	480,4	1479,0	432,6	1332	Saussure u. Pictet.
					Mittel	476	1465	515	1584	Zach.
Turin	731,9	15,9	—	—	—	1105,8	3404,1			

Wassers verhinderte.

Nr.	Orte der Beobachtung	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
175.	La Ramasse; höchster Punkt der Strasse über den Mont-Cenis.	3. Oct.	9^h 30' a. m.	589,6	2,6
176.	Oulx; am oberen Ende des grossen Beckens im Doirethale zwischen St. Bertrand und Oulx.	13. Oct.	7^h 40' a. m.	686,0*	11,2
177.	Mont-Genèvre; höchster Punkt der Strasse, beim Obelisken.	13. Oct.	3^h 30' p. m.	616,0*	10,5
		15. Oct.	12^h 30' p. m.	610,2	15,2
178.	Briançon; place du Temple.	15. Oct.	4^h p. m.	648,8	16,1
179.	Embrun; Niveau der Durance.	16. Oct.	5^h 30' a. m.	686,7	5,1
180.	Gap.	16. Oct.	6^h 30' p. m.	695,7	6,1

19. Weg über den

Nr.	Orte der Beobachtung	Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
181.	Niveau der Durance unterhalb Briançon, bei der Brücke.	15. Oct.	5^h 15' p. m.	658,5	15,1
182.	Col du Lautaret, zwischen den Thälern der Romanche und der Guisanne; höchster Punct der Strasse zwischen Briançon und Grenoble.	15. Oct.	11^h 45' a. m.	597,0*	10,0
183.	Getreidegrenze auf den Abhängen des Lautaret gegen Villars d'Areine.	15. Oct.	12^h 10' p. m.	613,0*	13,1
184.	Grenze der Kirschbäume in der Nähe von La Grave.	15. Oct.	2^h p. m.	635,2*	17,2
185.	Vizilles.	18. Oct.	2' 40' p. m.	730,0*	10,1
186.	Grenoble; Niveau der Isère bei der steinernen Brücke.	23. Oct.	8^h 30' a. m.	747,3	8,0

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Turin	732,8	14,0	91	—	—	2074,7	6386,8	2065	6354	Trig. Franz. Ingen.
					Mittel	2069	6367	2067	6360	Saussure und Pictet.
Turin	747,1	16,4	—	—	—	992,0	3053,9			
Turin	744,0	21,8	72	—	—	1887,2	5809,7	(1974	6078	Zach.)
Turin	736,6	20,0	70	—	—	1891,4	5822,5	(Das Dorf am Mont-Genèvre.)		
						1889,3	5816,1	(1873	5766	Bravais.)
Turin	731,2	21,0	76	—	—	1305,0	4017,2	1306	4020	Zach.
					Mittel	1309	4029	1316	4051,2	Bravais [Place de la Paix].
Turin	732,2	10,0	—	—	—	[a]800,6	2464,5	[b]790	2431,9	Bravais.
					Mittel	795	2448	(854	2628	Zach.)
Turin	733,1	9,0	—	—	—	703,6	2166,0	(729	2244	Zach.)
					Mittel	716	2205			

Col du Lautaret.

Correspond. Station.	Barom.	Therm.	Mittlere Feuchtigkeit.	Localcorrect. Meter.	Par. Fuss.	Absolute Höhe. Meter.	Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Meter.	Par. Fuss.	
Turin	731,0	20,0	—	—	—	1165,6	3588,3			
Turin	736,8	19,0	80	—	—	[a]2061,2	6345,3	[b]2070	6372	Bravais.
					Mitt. aus *a* u. *b*	2066	6359	(2093	6444	Hér. de Thury nach Brugière.)
Turin	736,8	19,1	74	—	—	1845,8	5682,3			
Turin	733,9	21,7	76	—	—	1524,2	4692,3			
Turin	734,6	12,3	—	—	—	325,4	1001,4	323	996	Parrot.
					Mittel	324	999			
Turin	743,7	16,0	—	—	—	232,7	716,4	230	708	Bravais Géogr. phys.
					Mittel	231	712	244	750	Parrot, [Place St. André].

II.

ÜBER DIE LAGE UND DIE HÖHENVERHÄLTNISSE DES MONTE-ROSA.

Der Kamm des Monte-Rosa.

Der hohe Kamm, welcher den Namen des Monte-Rosa im engern Sinne trägt, bildet den höchsten Theil des schönen Alpenmassivs, welches sich am östlichen Ende der penninischen Alpen befindet.

Die centrale Kette desselben besteht aus Gneiss, der in den oberen Theilen in Glimmerschiefer übergeht. Aus dieser letztern Felsart bestehen auch alle Gipfel[1].

Der Name des Monte-Rosa wurde von einigen aus der Aneinanderreihung seiner Gipfel erklärt, die man mit der Form einer Rose verglich; andere leiteten seinen Namen von seiner Farbe beim Auf- oder Untergange der Sonne ab. Der letztern Ansicht ist auch Herr von Welden. Schott[2] jedoch bemerkte dagegen, dass der Name von den Bewohnern in der Nähe des Monte-Rosa gegeben war, denen diese vorübergehende Farbe keineswegs als eines der wesentlichsten Merkmale erscheinen konnte; er glaubt vielmehr, dass dieser Name identisch ist mit dem celtischen Worte „ros", welches im Bretonischen und Gälischen sich erhalten hat; es bedeutet dort gewöhnlich Vorgebirge; jedoch liesse sich wohl annehmen, dass es ebensowohl für die Bezeichnung von verticalen als von horizontalen Hervorragungen gebraucht wurde. Als einen ganz analogen Fall kann man das Wort „Horn" anführen, welches ebenfalls beide Bedeutungen in sich vereint.

Der Kamm des Monte-Rosa ist von dem Passe des Weissthors und von dem Col delle Piscie begränzt und hat eine mittlere Richtung von Norden nach Süden.

Nahe seinem Mittelpunkte trennen sich davon zwei seitliche Ketten ab; die eine geht von der Signalkuppe zu der Cima della Loccie[3] und hat eine östliche Richtung, Osten 13 Grad Süden; die andere beginnt an der Parrotspitze und geht zum Lyskamme, gegen Westen 20 Grad Norden; sie zieht sich dann zu den Zwillingen,

---

1) Die geologischen und orographischen Verhältnisse werden in dem folgenden Theile dieser Untersuchungen von A. Schlagintweit mitgetheilt werden. Wir beschränken uns daher hier auf jene topographischen Details, welche sich unmittelbar auf die Reihe der 9 Gipfel beziehen.

2) Die deutschen Colonieen in Piemont 1842 S. 232.

3) Cime delle Pisse bei Welden.

zum Breithorn und zum Kleinen Mont-Cervin fort. In seinen mittleren Theilen zeigt der Kamm des Monte-Rosa eine bedeutende Abweichung von der geraden Linie; man kann daher an demselben zwei Theile unterscheiden, die ebensowohl durch ihre Höhe, als durch ihre Richtung verschieden sind.

Der nördliche Zweig trägt folgende vier Gipfel:

1. das Nordende,
2. die Höchste Spitze,
3. die Zumsteinspitze,
4. die Signalkuppe.

Die mittlere Richtung von der Signalkuppe bis zum Nordende fanden wir Norden 20 Grad Westen; den südlichen Zweig bilden:

5. die Parrotspitze,
6. die Ludwigshöhe,
7. das Schwarzhorn,
8. das Balmenhorn,
9. die Vincentpyramide.

Seine mittlere Richtung ist Süden 13 Grad Westen.

Die 9 Gipfel wurden zuerst von Herrn Zumstein unterschieden, einem sehr eifrigen und unerschrockenen Beobachter, der so viel zur topographischen Kenntniss des Monte-Rosa beigetragen hat.

Er hat sie mit Buchstaben bezeichnet, indem er bei der Vincenthütte mit A begann.

Die Namen der Gipfel wurden, mit Ausnahme von No. 8, von Herrn von Welden gegeben[1].

Die Spitze No. 8, von Zumstein mit B bezeichnet, hatte bisher keine nähere Benennung. Welden führt sie als „Spitze ohne Namen“ an.

Der Name, den wir ihr gaben, bezieht sich auf ihre etwas abgerundete Form; ähnlich gestellte Felsen heissen an beiden Seiten des Monte-Rosa „Balmen“[2].

---

1) Der Monte-Rosa S. 35. Die Vincentpyramide trägt den Namen der Herren Vincent, welche sie 1819 zuerst bestiegen hatten. Die Zumsteinspitze hat Herr Zumstein zum Gegenstande seiner speciellen Beobachtungen gemacht; er erreichte 1819—1821 zum wiederholten Male ihren Gipfel. Die Ludwigshöhe trägt den Namen von Ludwig von Welden, welcher ihre Höhe 1823 barometrisch bestimmte. Der Name der Parrotspitze bezieht sich auf die Beobachtungen, welche Parrot im Jahre 1817 in der Nähe des Monte-Rosa gemacht hatte.

2) Es sei uns erlaubt, hier ein paar etymologische Bemerkungen beizufügen, um die Wahl dieses Namens zu rechtfertigen. Das Wort die „Balme“ in der deutschen Schweiz, der Balfen in Tyrol, „la balme“ oder „la barme,“ „la barma“ in den franz. und ital. Alpentheilen tritt sehr häufig sowohl allein als in zusammengesetzten Worten auf. Seine eigentliche Bedeutung ist Höhle, nach Schott (die deutschen Colonieen in Piemont S. 242 u. 271). An sehr vielen Orten fanden wir es im Gebrauch, um äussere convexe Formen der Abhänge zu bezeichnen und nicht das innere Gewölbe einer Höhle; so ist. z. B. gewöhnlich in Tyrol seine Anwendung zu verstehen; auch der Name Heubalmen gleich Heuhaufen (in Zermatt)

Die Anzahl der Gipfel und ihre gegenseitige Stellung ist für den Monte-Rosa ebenso charakteristisch als die grosse und gleichmässige Erhebung seines ganzen Kammes. Im Massiv des Mont-Blanc hingegen ist der eigentliche Gipfel weit mehr hervorragend und isolirt.

Am Monte-Rosa sind die vier Spitzen vom Nordende bis zur Signalkuppe sämmtlich über 4560 M. oder 14000 P. F. hoch. Die Unterschiede zwischen den Höhen dieser Gipfel können wohl der Verwitterung des Gesteines zugeschrieben werden; sie ist in diesen Höhen sehr bedeutend und hat auf verschiedenen Stellen nicht in gleicher Weise eingewirkt.

Jetzt findet man allerdings sehr wenig Schuttmassen und Verwitterungsprodukte auf den Abhängen der Gipfel, weil ihre Steilheit verhindert, dass die Trümmer in grössern Massen sich anhäufen können.

Geographische Lage.

Die Breite und die Länge des Monte-Rosa ist schon mehre Male mit grosser Sorgfalt in Verbindung mit grössern trigonometrischen Netzen bestimmt worden[1].

	Nördl. Breite	Oestl. Länge von Paris
Oriani fand 1788	45° 55′ 56″	5° 32′ 1″
„ „ 1803—1806[2]	45° 55′ 59″	5° 31′ 19″
Carlini und Plana	45° 55′ 57″	5° 31′ 53″
Welden	45° 55′ 55″	5° 32′ 0″
Coraboeuf	45° 56′ 1″	5° 31′ 42″
Mittel	45° 55′ 58″	5° 31′ 47″

Wir haben versucht, die neun Gipfel auf eine graphische Darstellung im Maassstabe von 1 : 25000 zu vereinigen (Tafel II. Fig. 2). Ihre gegenseitige Lage, zunächst in Beziehung zur Höchsten Spitze bestimmt, beruht grossentheils auf den trigonometrischen Arbeiten von Welden, mit denen wir einige kleinere Triangulationen verglichen, die wir selbst in den obersten Theilen der Firnmeere des Gornergletschers und des Lysgletschers mit dem Porrhometer und mit einem kleinen Verticalkreise ausgeführt hatten.

Da die Lage des Col delle Piscie nicht unmittelbar mit jener der höchsten Spitze verbunden werden konnte, wurde sie zunächst auf die Vincentpyramide bezogen.

enthält dieses Wort mit der Bedeutung des Convexen. Die Ableitung des Wortes ist nicht näher bekannt. Schmeller hält es für celtisch. Bayr. Wörterbuch 1. Theil S. 172.

1) Saussure hat die Breite gefunden gleich 47° 0′ 10″ (oder 46° 0′ 20″?; es scheint ein Druckfehler in § 2145 zu sein), indem er vom Macugnaga ausging.

2) Oriani nennt seine Länge 1° 19′ 37″ westlich vom Mailänder Meridian. Welden S. 13. Der Mailänder Meridian befindet sich 6° 50′ 56″ östlich von Paris.

Die horizontale Entfernung vom Weissthore zum Col delle Piscie beträgt, mit der Richtung des Meridians sehr nahe zusammenfallend, 9 Kilometer; die Signalkuppe entfernt sich von dieser Linie um 625 M. gegen Osten, die Vincentpyramide um 700 M. gegen Westen. Die Entfernung von der Projection des Nordendes bis zu jener der Vincentpyramide beträgt 3800 M. Der Kamm selbst, welcher die verschiedenen Gipfel unter sich verbindet, ist um 900 M. länger als die geradlinige Entfernung auf dem Meridian.

Berechnung der barometrischen Beobachtungen.

Die Höhe von mehreren Gipfeln des Monte-Rosa war bereits trigonometrisch oder barometrisch gemessen worden; wir selbst haben mit dem Barometer die Höhen der beiden Einsattlungen am Ende des Kammes und, unter den Gipfeln, die Vincentpyramide und die Höchste Spitze gemessen. Es sei uns erlaubt hier zu erwähnen, dass dies für die letztere die erste barometrische Bestimmung war, welche überhaupt ausgeführt wurde. Wir werden zuerst das Detail der Beobachtungen und ihre Berechnung für diese beiden Gipfel mittheilen und daran einige Bemerkungen über die Erhebung der 7 andern Gipfel anreihen.

Höchste Spitze

Nördl. Breite 45° 55′ 58″.

Barometrische Beobachtungen

1ste Beob. 22. Aug. 12h 20′ p. m. Barom. red. 438,18 M. M. Lufttemp. −5,1° C.

	Bern.	Genf.	St. Bernhard.
Nördl. Breite	46° 57′	46° 12′	45° 50′
Barometer (red.)	716,1 M. M.	728,11 M. M.	569,98 M. M.
Lufttemperatur	20,1° C.	20,2° C.	13,2° C.
Summe der Temperaturen .	15,0° C. = 12,0° R.	15,1° C. = 12,1° R.	8,1° C. = 6,5° R.
Befeuchtetes Thermometer .	—	16,1° C.	—
Haarhygrometer	—	—	78°
Relative Feuchtigkeit . . .	57 Mittl. F. 73,5	63 Mittl. F. 76,5	58 Mittl. F. 74
log. *b*	2,85497	2,86220	2,75586
log. *b′*	2,64165	2,64165	2,64165
u (log. *b* − log. *b′*)	0,21332	0,22055	0,11421
log. *u*	9,32903	9,34351	9,05770
A	4,27726	4,27237	4,27141
corr. lat.	−6	−4	−4
	3,60623	3,62084	3,32907
corr. grav.	27	28	15
log. der Meter	3,60650	3,62112	3,32922
	0,48833	0,48833	0,48833
log. der Par. F.	4,09483	4,10945	3,81755
	Meter.	Meter.	Meter.
Relative Höhe	4041,1	4179,5	2134,1
Höhe der unteren Station .	570,8	407,0	2473,0
Localcorrection	7,1	7,1	7,1
Feuchtigkeitscorrection . .	15,2	16,5	5,9
Absolute Höhe	4634,2	4610,1	4620,1
	Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.
Relative Höhe	12440,3	12866,2	6569,8
Höhe der unteren Station .	1757,2	1252,9	7613,0
Localcorrection	22,0	22,0	22,0
Feuchtigkeitscorrection . .	46,9	50,9	18,2
Absolute Höhe	14266,9	14192,0	14223,0

Mittel 4636,13 Meter.

des Monte-Rosa.

Oestl. Länge von Paris 5° 31′ 47″.

am 22. August 1851.

Befeuchtetes Thermometer − 5,5° C. Relative Feuchtigkeit 90.

Aosta.	Mailand.	Turin.	
45° 44′	45° 28′	45° 4′	Nördliche Breite
711,33 M. M.	750,58 M. M.	739,23 M. M.	Barometer (red.)
23,2° C.	24,2° C.	27,3° C.	Lufttemperatur
18,1° C. = 14,5° R.	19,1° C. = 15,3° R.	22,2° C. = 17,8° R.	Summe der Temperaturen
—	19,1° C.	—	Befeuchtetes Thermometer
68°	—	—	Haarhygrometor
46 Mittl. F. 68	60 Mittl. F. 75	57 Mittl. F. 73,5	Relative Feuchtigkeit
2,85207	2,87540	2,86878	log. *b*
2,64165	2,64165	2,64165	log. *b′*
0,21042	0,23375	0,22713	*u* (log. *b* − log. *b′*)
9,32309	9,36875	9,35627	log. *u*
4,27990	4,28073	4,28335	*A*
− 3	− 3	− 2	corr. lat.
3,60296	3,64945	3,63960	
27	30	30	corr. grav.
3,60323	3,64975	3,63990	log. der Meter
0,48833	0,48833	0,48833	
4,09156	4,13808	4,12823	log. der Par. Fuss
Meter.	Meter.	Meter.	
4010,8	4464,3	4364,2	Relative Höhe
614,0	147,1	273,0	Höhe der unteren Station
7,1	7,1	7,1	Localcorrection
15,6	20,5	21,6	Feuchtigkeitscorrection
4647,5	4639,0	4665,9	Absolute Höhe
Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
12347,0	13743,0	13434,8	Relative Höhe
1890,2	452,8	840,4	Höhe der unteren Station
22,0	22,0	22,0	Localcorrection
48,0	63,0	66,6	Feuchtigkeitscorrection
14307,2	14280,8	14363,8	Absolute Höhe

1427,2 Par. Fuss.

ter.

2te Beob. 22. Aug. 1h p. m. Bar. red. 437,99 M. M. Lufttemperatur – 4,8° R.

	Bern.	Genf.	St. Bernhard.
Barometer (red.)	716,0 M. M.	727,89 M. M.	569,99 M. M.
Lufttemperatur	20,5° C.	20,7° C.	13,3° C.
Summe der Temperaturen .	15,7° C. = 12,6° R.	15,9° C. = 12,7° R.	8,5° C. = 6,8° R.
Befeuchtetes Thermometer .	—	16,4° C.	—
Haarhygrometer	—	—	78°
Relative Feuchtigkeit . .	57 Mittl. F. 73,5	62 Mittl. F. 76	58 Mittl. F. 74
log. b	2,85491	2,86207	2,75587
log. b'	2,64146	2,64146	2,64146
u (log. b – log. b')	0,21345	0,22061	0,11441
log. u	9,32930	9,34363	9,05846
A	4,27790	4,27800	4,27173
corr. lat.	– 6	– 4	– 4
	3,60714	3,62159	3,33015
corr. grav.	27	28	15
log. der Meter	3,60741	3,62187	3,33030
	0,48833	0,48833	0,48833
log. der Par. Fuss. . . .	4,09574	4,11020	3,81863
	Meter.	Meter.	Meter.
Relative Höhe	4049,6	4186,7	2139,4
Höhe der unteren Station .	570,8	407,0	2473,0
Localcorrection	7,1	7,1	7,1
Feuchtigkeitscorrection . .	15,8	17,0	5,9
Absolute Höhe	4643,3	4617,8	4625,4
	Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.
Relative Höhe	12466,4	12888,4	6586,1
Höhe der unteren Station .	1757,2	1252,9	7613,0
Localcorrection	22,0	22,0	22,0
Feuchtigkeitscorrection . .	48,5	52,4	18,2
Absolute Höhe	14294,1	14215,7	14239,3

Mittel 4643,82 Meter.

Mittel aus beiden Beobachtungen 4640 Meter,

Bemerkung. Die geographischen Positionen sind die Mittel aus den Beobachtungen von ORIANI, CAR-
Feuchtigkeit an diesem Tage hatten, wurde dieselbe = 57 angenommen, was das Mittel

Befeuchtetes Thermometer. −5,2° C. Relative Feuchtigkeit 90.

Aosta.	Mailand.	Turin.	
711,46 M. M.	750,32 M. M.	738,97 M. M.	Barometer (red.)
23,4° C.	24,9° C.	27,4° C.	Lufttemperatur
18,6° C. = 14,9° R.	20,1° C. = 16,1° R.	22,6° C. = 18,1° R.	Summe der Temperaturen
—	19,9° C.	—	Befeuchtetes Thermometer
69°	—	—	Haarhygrometer
47 Mittl. F. 68,5	61 Mittl. F. 75,5	57 Mittl. F. 73,5	Relative Feuchtigkeit
2,85215	2,87525	2,86863	log. *b*
2,64146	2,64146	2,64146	log. *b'*
0,21069	0,23379	0,22717	*u* (log. *b* − log. *b'*)
9,32364	9,36883	9,35635	log. *u*
4,28032	4,28157	4,28366	*A*
−3	−3	−2	corr. lat.
3,60393	2,65037	3,63999	
27	30	30	corr. grav.
3,60420	3,65067	3,64029	log. der Meter
0,48833	0,48833	0,48833	
4,09253	4,13900	4,12862	log. der Par. F.
Meter.	Meter.	Meter.	
4019,8	4473,7	4368,1	Relative Höhe
614,0	147,1	273,0	Höhe der unteren Station
7,1	7,1	7,1	Localcorrection
16,1	21,4	21,9	Feuchtigkeitscorrection
4657,0	4649,3	4670,1	Absolute Höhe
Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
12374,6	13772,1	13446,8	Relative Höhe
1890,2	452,8	840,4	Höhe der unteren Station
22,0	22,0	22,0	Localcorrection
49,7	65,7	67,5	Feuchtigkeitscorrection
14336,5	14312,6	14376,7	Absolute Höhe

14295,8 Par. Fuss.

14284 Par. Fuss, 2380,7 Toisen.

...ini, Coraboeuf und v. Welden. Für Bern und Turin, von denen wir keine Beobachtungen über die ...aus den vier anderen Stationen ist.

Die Localcorrection von 7,1 M. = 22 par. F., welche in der vorhergehenden Tabelle enthalten ist, wurde durch folgende Verhältnisse nöthig gemacht.

Die kammförmige sehr schmale Kuppe, welche den obersten Theil des Monte-Rosa bildet (sie ist auf Tafel X abgebildet), zeigt zwei kleine Erhöhungen. Diese beiden schienen uns anfänglich gleich hoch. Wir überzeugten uns aber, nachdem wir den Kamm erstiegen hatten, dass die Spitze *a*, welche in geringer Entfernung westlich von uns lag, etwas höher war, als die Spitze *b*, auf der wir uns befanden. Wir waren von der ersteren durch einige starke Einzahnungen im Kamme, die grösstentheils mit Eis bedeckt waren, getrennt. Dies und die allgemeine Steilheit des Terrains verhinderten uns bis dorthin vorzugehen.

Wir bestimmten die geringe Höhendifferenz auf zweierlei Weise. Auf dem Gipfel selbst fanden wir, dass der vierte Theil der Differenz, die wir mit unserm Verticalkreise schätzten und durch eine horizontale Linie auf unseren Stock projicirten, = 5 Fuss war, was im Ganzen 20 Fuss ergibt.

Dann wiederholten wir die Bestimmung dieses Höhenunterschiedes, indem wir am Fusse der steilen Wände der Höchsten Spitze (in einer Höhe von 4528 M. = 13938 P. F.) auf dem Schnee eine kleine Basis maassen. Dieses Verfahren ergab uns 24 F. für die Höhendifferenz zwischen den Spitzen *a*. und *b*. Wir haben daher für die letztere, auf der unser Barometer aufgestellt war, im Mittel eine Localcorrection von 22 F. = 7,1 M. angenommen.

Wir haben bereits in Zermatt nach unserer Rückkehr von der Besteigung mehreren Personen, u. A. Herrn Moritz Engelhardt aus Strassburg und Herrn Dr. Heiss aus Brieg, diese Höhendifferenz mitgetheilt.

Der Höchste Gipfel des Monte-Rosa ist trigonometrisch mehrere Male mit grosser Sorgfalt gemessen worden. Folgendes sind die Resultate:[1]

Saussure erhielt, indem er von einer Basis ausging, die er in der Nähe der Prediolo-Alpe gemessen hatte, 2530 Toisen (§ 2135); diese Zahl ist offenbar zu hoch und kann daher nicht in das Mittel genommen werden.

Oriani erhielt 1797 von Mailand	4657,2 M.
„ „ vom Mte. Generoso	4660,1 M.
„ „ durch die Triangulation der Sesia 1803 bis 1806	4648,1 M.
Carlini und Plana	4619,6 M.
Coraboeuf von Madona di Crea	4636,2 M.
von Novara	4632,2 M.
von Vigevano	4646,4 M.
von San Columbano	4646,4 M.
(im Mittel	4636,5 M.)

1) In Beziehung auf die ausführlicheren Mittheilungen über die trigonometrischen Messungen s. die angeführten Arbeiten von Welden und Delcros.

von Welden von Mte. Carnero . . . . 4619,8 M.
Berchtold[1] . . . . 4634,7 M.

Delcros hat in dem Annuaire météor. de la France 3. Jahrg. ein Mittel aus den trigonometrischen Beobachtungen abgeleitet, indem er eine Corr. von + 8 M. bei den Beobachtungen von Welden und bei jenen von Carlini und Plana anbrachte wegen der Höhe, die dieselben für das mittelländische Meer angenommen hatten; er erhielt 4639,6 M. 14382,8 Par. F.

Die Resultate unserer barometrischen Beobachtungen stimmen demnach ungemein gut mit dem trigonometrischen Mittel überein. Wir dürfen dieses günstige Verhältniss wohl dem Umstande zuschreiben, dass bereits mehrere Tage vorher ein sehr gleichmässiges Wetter geherrscht hatte und dass unsere correspondirenden Stationen den Monte-Rosa nach allen Seiten und in sehr verschiedenen Höhen umgaben. Die grössten Abweichungen von dem mittleren Resultate, welche die Berechnungen nach den einzelnen Stationen zeigen, betragen ± 30 M.

Man erhält demnach für die Höhe des Monte Rosa, welcher nach dem Mont-Blanc[2] der höchste Berg in Europa ist, im Mittel aus den trigonometrischen und barometrischen Messungen:

4640 M. 14284 F. 2380,7 Toisen.

1) Diese Zahl ist das Resultat der sorgfältigen trigonometrischen Messungen, welche Domherr Berchtold von Sitten in Wallis ausgeführt hat; die Einzelnheiten dieser Beobachtungen sind bis jetzt noch nicht veröffentlicht. Die angeführte Höhe ist auf der neuen Karte des Herrn Engelhardt enthalten, dem sie Domherr Berchtoldt selbst mitgetheilt hatte. In dem von Delcros berechneten Mittel ist sie noch nicht enthalten, sie würde aber dasselbe nicht um einen Meter verändern.

2) Die Höhe, welche Delcros als Mittel für den Mont-Blanc erhielt, ist 4811 M. 14809 F.

Gipfel der

1851. 12. Sept. 1h p. m. Barom. red. 459,80 M. M. Temp. der Luft −5,0° C.

	Vincenthütte.	Genf.	St. Bernhard.
Barometer (red.) . . .	525,85 M. M	732,5 M. M.	570,8 M. M.
Temperatur der Luft .	+3,1° C.	16,1° C.	+5,6° C.
Summe der Temperaturen	−1,9° C. −1,5° R.	11,1° C. = 8,9° R.	+0,6° C. = 0,5° R.
Relative Feuchtigkeit .	83 Mittl. F. 83	69 Mittl. F. 76	70 Mittl. F. 77
log. *b*	2,72086	2,86481	2,75648
log. *b'*	2,66257	2,66257	2,66257
u (log. *b*—log. *b'*) . . .	0,05829	0,20224	0,09391
log. *u*.	8,76559	9,30587	8,97271
A	4,26275	4,27397	4,26494
corr. lat.	−4	−4	−4
	3,02830	3,57980	3,23761
corr. grav.	7	26	12
log. der Meter	3,02837	3,58006	3,23773
	0,48833	0,48833	0,48833
log. der Par. Fuss . .	3,51670	4,06839	3,72606
	Meter.	Meter.	Meter.
Relative Höhe . . .	1067,5	3802,4	1728,7
Höhe der unteren Station	3162,1	407,0	2473,0
Feuchtigkeitscorrection .	0	12,8	3,9
Absolute Höhe	4229,6	4222,2	4205,6
	Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.
Relative Höhe	3286,2	11705,6	5321,8
Höhe der unteren Station	9734,3	1252,9	7613,0
Feuchtigkeitscorrection .	0	39,4	12,0
Absolute Höhe	13020,5	12997,9	12946,8

Mittel 4224 Meter.

Vincentpyramide.

Befeuchtetes Thermometer −5,7° C. Relative Feuchtigkeit 83.

Aosta.	Mailand.	Turin.	
712,8 M. M.	752,97 M. M.	739,58 M. M.	Barometer (red.)
21,1° C.	20,0° C.	23,1° C.	Temperatur der Luft
16,1° C. = 12,9° R.	15,0° C. = 12,0° R.	18,1° C. = 14,5° R.	Summe der Temperaturen
60 Mittl. F. 72	56 Mittl. F. 70	62 Mittl. F. 73	Relative Feuchtigkeit
2,85297	2,87678	2,86899	log. b
2,66257	2,66257	2,66257	log. b'
0,19040	0,21421	0,20642	u (log. b − log. b')
9,27967	9,33084	9,31475	log. u
4,27821	4,27726	4,27990	A
−4	−3	−2	corr. lat.
3,55784	3,60807	3,59463	
25	28	27	corr. grav.
3,55809	3,60835	3,59490	log. der Meter
0,48833	0,48833	0,48833	
4,04642	4,09668	4,08323	log. der Par. Fuss
Meter.	Meter.	Meter.	
3614,9	4058,4	3934,6	Relative Höhe
614,0	147,1	273,0	Höhe der unteren Station
13,6	14,6	16,6	Feuchtigkeitscorrection
4242,5	4220,1	4224,2	Absolute Höhe
Par. Fuss.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
11128,1	12493,4	12112,4	Relative Höhe
1890,2	452,8	840,4	Höhe der unteren Station
42,0	44,9	51,0	Feuchtigkeitscorrection
13060,3	12991,1	13003,8	Absolute Höhe

13003 Par. Fuss. 2167,2 Toisen.

Ihre Höhe wurde nach 6 Stationen berechnet, unter denen sich auch die Vincenthütte befindet. Die Beobachtungen in Bern waren während des Monats September unterbrochen.

Für die Vincenthütte hatten wir zwar keine directe Barometerbeobachtung, allein es war uns wegen ihrer grossen Nähe am Gipfel sehr interessant, sie dessen ungeachtet zu benützen. Es wurde daher der Luftdruck aus den Beobachtungen, die wir des Morgens und des Abends an demselben Tage angestellt hatten, für die betreffende Stunde abgeleitet, indem wir damit die Beobachtungen am 11. und 13. September verglichen. Die geringen Veränderungen des Luftdrucks in dieser Höhe und speciell an diesem Tage erlaubten dies mit vollkommen genügender Sicherheit zu thun;[1] das Maximum der Temperatur auf der Hütte war direct durch einen Thermometrographen erhalten.

Die Höhe dieses Gipfels war früher bestimmt worden von Herrn Zumstein zu 13920 F. (erste Reise S. 108); Herr v. Welden fand sie 4218 M.=12984 F.

Die erste Zahl ist offenbar zu hoch. Zumstein selbst hat sie deshalb nicht in das specielle Verzeichniss seiner Höhenbestimmungen aufgenommen. Die zweite stimmt sehr gut mit der von uns erhaltenen Höhe überein, besonders wenn man berücksichtigt, dass man ohnehin nach den früher citirten Bemerkungen von Delcros eine Corr. von + 8 M. anbringen dürfte.

Wir glauben daher an den Resultaten unserer barometrischen Beobachtung keine Aenderung anbringen zu müssen.

Höhe der neun Gipfel.

Wir haben versucht, auch für die übrigen Gipfel mittlere Höhen zu berechnen. Sie sind abgeleitet theils aus den früheren Bestimmungen von Welden und Zumstein, theils aus einigen Winkeln, welche wir selbst mit dem kleinen Verticalkreise unmittelbar in der Nähe der Gipfel gemessen haben. Wir haben so die Höhe der verschiedenen Punkte auf jene der Höchsten Spitze und der Vincentpyramide bezogen; die Beobachtungen wurden theils von dem letztern Gipfel aus, theils auf den Firnmeeren des Gorner- und des Lys-Gletschers gemacht. In der folgenden Aufzählung haben wir Herrn v. Weldens Beobachtungen mitgetheilt, wie er sie selbst angibt. Man hätte vielleicht versuchen können einige Correctionen an diesen Beobachtungen anzubringen, z. B. für die Höhe des mittelländischen Meeres oder eine andere, die daraus abgeleitet werden könnte, dass Weldens Zahlen für mehrere Punkte, z. B. für die Höchste Spitze oder für die Zumsteinspitze, etwas niedriger sind, als das allgemeine Mittel.

Allein es scheint uns sehr schwer, solche Correctionen, die überdies nicht für

1) S. die später folgenden Untersuchungen über den Barometergang auf der Vincenthütte.

alle Gipfel gleich gross sein könnten, an Beobachtungen anzubringen, die alle mit gleich grosser Sorgfalt ausgeführt wurden. Ueberdies werden ähnliche Unregelmässigkeiten durch die Mittel, welche wir aus den verschiedenen Resultaten nehmen konnten, ohnehin grossentheils verschwinden.

1. Nordende.

Nach von Weldens trigonometrischen Bestimmungen .	4597 M.	14153 F.

2. Höchste Spitze.

Allgemeines Mittel	4640 M.	14284 F.
	2380,7 Toisen.	

3. Zumsteinspitze.

Zumstein gibt als Mittel aller seiner barom. Bestimmungen	4600 M.	14160 F.
Zumstein's Beobachtungen vom 3. Aug. 1821, neu berechnet von Delcros nach der Formel von Laplace . .	4566 M.	14056 F.
v. Welden fand	4556,5 M.	14027 F.
Wir selbst fanden sie höher als die Vincentpyramide um 329 M. = 1013 F.	4553 M.	14016 F.
Mittel	4569 M.	14064 F.

4. Signalkuppe.

v. Welden gibt als Resultat seiner trigonometrischen Bestimmungen 2336,1 F. = 14016'; allein er hebt zugleich (S. 37) den geringen Höhenunterschied hervor, welcher zwischen der Zumsteinspitze und der Signalkuppe existirt. Er fand ihn nur 1,75 Toisen. Einige Winkel, die wir bestimmten, zeigten uns, dass diese Differenz wohl etwas grösser angenommen werden müsste, nämlich zu 6,5 Meter oder 20 Fuss. Wenn man diese Zahl von der mittlern Höhe abzieht, welche wir für die Zumsteinspitze erhalten haben, so ergibt sich für die Signalkuppe	4562 M.	14044 F.

5. Parrotspitze.

Höhe nach Welden	4453 M.	13652 F.
Wir fanden sie höher als die Vincentpyramide um 221 Met. = 680 F.	4445 M.	13683 F.
Mittel	4440 M.	13668 F.

6. Ludwigshöhe.

Resultat einer barometrischen Beobachtung von Welden	4325 M.	13314 F.
Wir erhielten sie höher als die Vincentpyramide um 124 M. = 383 F.	4348 M.	13386 F.
Mittel	4337 M.	13350 F.

7. Schwarzhorn.

Wir fanden seine Erhebung über die Vincentpyramide 71 M. = 219 F. Dies giebt für seine Höhe in runder Zahl .	4295 M.	13220 F. (13222 F.)

8. Balmenhorn.

Dieser Gipfel ist ein wenig höher als die Vincentpyramide. Wir haben für denselben angenommen . . .	4245 M.	13070 F. (13068 F.)

9. Vincentpyramide.

Mittel aus den Resultaten unserer barometrischen Beobachtungen	4224 M.	13003 F.

Wir haben die neun Gipfel des Monte-Rosa in ein Profil vereinigt, um ihre Höhenverhältnisse und ihre Formen darzustellen (Taf. II. Fig. 1); sie sind dabei auf eine verticale Ebene projicirt, die mit dem Meridian parallel ist; diese Linie fällt zugleich sehr nahe, wie wir sahen, mit der mittleren Richtung des Kammes zusammen. Den Formen der einzelnen Gipfel liegen die Neigungsmessungen zu Grunde, die wir für ihre Abhänge, theils auf den Gipfeln selbst, theils von mehreren Punkten zu beiden Seiten des Monte-Rosa gemacht haben. Die speciellen Zahlen dieser Neigungsmessungen sind im zweiten Kapitel angegeben.

Ueber die Besteigung einiger hervorragender Punkte dieser Gruppe.

Wir hatten Gelegenheit, mehrere Male die höheren Theile der Monte-Rosa-Gruppe zu besuchen; im Folgenden versuchten wir einige Bemerkungen über unsere Besteigungen zusammenzustellen.

Höchste Spitze des Monte-Rosa. 4640 M. 14284 P. F.

Die ersten Versuche zur Besteigung des Monte-Rosa wurden von der Südseite aus gemacht. Die Herren Vincent und Zumstein, Herr von Welden u. s. w. gelangten damals auf die Vincentpyramide, Ludwigshöhe und Zumsteinspitze. Die Höchste Spitze konnte von der Südseite bis jetzt nicht erreicht werden. Theils verhinderten dieses ihre grosse Entfernung von den bewohnten Orten, aber noch mehr die Schwierigkeiten, welche das Terrain zwischen der Zumsteinspitze und der Höchsten Spitze entgegenstellte.

Von der Walliser Seite, von Zermatt aus, machten 1847 die Herren Ordinaire und Puiseux aus Besançon den ersten Versuch. Sie gelangten bis auf die Einsattlung zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze, 346′ unter der letzteren. Dieselbe Stelle erreichten auch im Jahre 1848 Herr Ulrich und 1849 die Herren

Ulrich und Gottlieb Studer,[1] deren schöne Arbeiten über die Topographie und Geographie der Walliser Alpen allgemein bekannt sind. Im Jahre 1848 sind ihre Führer Maduz und Mathias zum Taugwald von dem Sattel bis zur Spitze hinaufgestiegen, nämlich auf jene gegen Osten gelegene Erhöhung des Felsenkammes; es ist dieses derselbe Punkt, welchen auch wir bestiegen haben. Es sei uns gestattet beizufügen, dass wir bei unseren Beobachtungen auf diesem Gipfel Gelegenheit hatten die erste barometrische Messung desselben auszuführen.

Wir verliessen Zermatt am Morgen des 21. August. Der erste Tag wurde nur dazu verwendet, auf einen hohen Punkt zu gelangen, wo wir die Nacht zubringen konnten, um so viel als möglich den Weg des folgenden Tages abzukürzen.

Wir hatten unser Nachtlager „In den Gadmen" bei 2753 M. 8475 F. Man findet dort einige kleine Mauern von Gesteintrümmern in der Nähe einer natürlichen Höhlung der Felsen errichtet, welche nur wenig Schutz gewähren; wir hätten daher fast ebenso gut unser Nachtlager am Fusse der Felsen „Ob dem See" auf dem entgegengesetzten Ufer des Gletschers nehmen können; aber der erstere Platz, derselbe, welchen auch die Herren Ulrich und G. Studer benützten, hatte den Vortheil, noch einige kleine Gesträuche von Wachholder zur Unterhaltung des Feuers zu bieten.

Der Weg von Zermatt nach den Gadmen, auf welchem man nicht der geringsten Schwierigkeit begegnet, kann leicht in einem halben Tage zurückgelegt werden; wir langten daher sehr frühzeitig dort an. Es erlaubte uns dieser Umstand, wie wir gehofft hatten, mehrere der Versuche zu wiederholen, welche wir am folgenden Tage auf dem Monte-Rosa anzustellen beabsichtigten, so wie die nöthigen Instrumente in Ordnung zu bringen.

Den 22. standen wir um 3 Uhr des Morgens auf; die Kälte hatte uns während der Nacht weniger belästigt als wir gefürchtet hatten, obgleich der Himmel sehr rein und die Strahlung sehr lebhaft war. Der Thermometrograph war nur auf $-3{,}8°$ C. herabgegangen, was auch noch die Lufttemperatur um 3 Uhr war.

Wir brachen vor 4 Uhr auf, um zuerst den rechten Zufluss des Gorner-Gletschers zu überschreiten, welcher zwischen dem Weissthore und dem Nordende herabkömmt; wir begannen erst ziemlich nahe dem andern Ufer, etwas oberhalb der Felsen Ob dem See, stärker anzusteigen.

Der Weg, welcher auch auf unserer Karte angegeben ist, zieht sich zwischen den Abhängen des Nordendes und zwischen einem kleinen secundären Kamme hindurch, welcher mehr durch die Unebenheiten des schneebedeckten Bodens und durch zerstreute hervorstehende Felsen, als durch eine ununterbrochene Felsenlinie gebildet wird; dieser kleine Kamm ist zuerst sichtbar unterhalb des Nordendes.

---

1) Der Bericht dieser Unternehmungen befindet sich in dem interessanten Buche von Ulrich: die Seitenthäler des Wallis, 1850.

Man kann in dem Terrain, welches wir zu überschreiten hatten, mehrere Abstufungen unterscheiden, welche in Beziehung auf die Oberflächengestaltung ziemlich abweichend sind. Die erste wird durch Schneeabhänge von einer ziemlich gleichmässigen Neigung gebildet, jedoch viele Stellen sind sehr zerspalten. Da wir diese Stellen sehr frühe des Morgens erreicht hatten, so waren die Spalten häufig mit festgefrornen Schneelagen bedeckt, welche den Uebergang erleichterten.

In dem zweiten Theile des Weges begegnet man einer grossen Zahl von Eisfragmenten von cubischer und pyramidaler Gestalt; sie sind die Reste von Firnbrüchen, welche zuweilen von jenen secundären Eis- und Schneemassen herabstürzen, die auf den steilen Abhängen des Nordendes ruhen. Die Grösse dieser Fragmente verzögerte etwas die Schnelligkeit des Ansteigens; es ist dies der einzige Platz, wo man Lawinen fürchten könnte. Die Spalten, welche natürliche Durchschnitte dieser Schneeanhäufungen gewährten, zeigten, dass auch ihre innere Structur sehr unregelmässig war. Die ganze Masse schien aus Lawinenresten zusammengesetzt zu sein, ähnlich jenen, welche man an der Oberfläche beobachtete; nur waren die Trümmer im Innern kleiner, sowohl wegen ihres theilweisen Abschmelzens, als auch wegen des Druckes der darüber lastenden Massen.

Indem wir unsern Weg fortsetzten, trafen wir sehr grosse Unregelmässigkeiten des Bodens, ungefähr entsprechend jenem Punkte, an dem man den kleinen secundären Kamm überschreitet, welcher sich von hier gegen das Nordende hinaufzieht. Die Felsen sind von den Schneelagen überdeckt, aber die letzteren sind in Folge davon sehr unregelmässig gestaltet und bilden zuweilen sehr steile Erhöhungen.

Man gelangt so in das Firnmeer jenes Zuflusses des Gorner-Gletschers, welcher zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze entspringt und später im Niveau des Gorner-Gletschers endiget. Es ist der Zufluss No. III. der Karte.

Bis hieher, es war 9 Uhr Morgens, hatten wir unsere Besteigung ohne Unterbrechung fortsetzen können; wir hatten uns nur dann von unserm Wege entfernt, wenn es uns möglich war, schneefreie Felsen in der Nähe zu erreichen, um von denselben Handstücke mitzunehmen und um dort die Richtung und Neigung der Schichten zu beobachten.

Aber jetzt mussten wir anhalten, um den Uebergang über einen breiten Firnschrund zu finden. Einer unserer Führer [1], welcher auf einer zu dünnen Schneebrücke sich vorwärts wagte, war so eben durchgebrochen; obgleich er an einem Seile festgebunden war, war er doch etwas erschreckt und befand sich selbst auf einige Augenblicke nicht ganz wohl.

Die Spalte zeigte sich weiter nach Westen weniger breit; wir überschritten sie hier und waren um 10 Uhr auf die kleine Einsattlung zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze gelangt. Dieser Punkt bildet den Fuss des Felsenkammes der

1) Peter Inneebinner.

Höchsten Spitze, er befindet sich 4528 M. 13938 F. über dem Meere. Die Spitze erhebt sich über diesen Sattel noch 346′; ihre Abhänge sind so steil, dass der Schnee sich nur an einzelnen Punkten festhalten kann. Zugleich werden die Wände von einem sehr quarzreichen und harten Glimmerschiefer gebildet, der nur wenige Unebenheiten und hervorspringende Punkte darbietet, welche die Besteigung erleichtern könnten.

Der obere Theil dieses schmalen Kammes zeigt zwei Erhöhungen oder kleine Spitzen.[1] Jene, welche sich unmittelbar über dem Sattel befindet, ist in den oberen Theilen auf allen Seiten von ungemein steilen Wänden umgeben; die zweite findet sich ein wenig weiter gegen Osten; es ist jene, welche wir erreichten.[2]

Wir brauchten fast zwei Stunden, um diese Höhe von etwas mehr als 300′ heraufzusteigen. Wir waren öfter gezwungen die dünne Eiskruste mit unsern Hämmern von den Felsen zu entfernen, um einen festen Anhaltspunkt zu gewinnen; auch haben wir einigemale Meissel, die wir mit uns hatten, in kleine Felsenspalten eingeschlagen, um uns an denselben festzuhalten.

Die Spitze, welche wir um 12 Uhr 10 Minuten erreichten, ist ein sehr schmaler Kamm, dessen Wände in den oberen Theilen etwas weniger steil auf der südwestlichen Seite, als auf der Abdachung gegen den Sattel sind.

Die zweite kleine Erhöhung, welche wir früher erwähnt haben, befand sich in ganz geringer Entfernung von uns gegen Westen; indem wir von dem Sattel aus den Kamm und die zwei Erhöhungen auf demselben betrachtet hatten, schien es uns, dass sie von gleicher Höhe seien; dasselbe hatten früher auch die beiden Führer Maduz und Zum Taugwald Herrn Ulrich berichtet; aber directe Messungen, welche wir Seite 66 mitgetheilt haben, zeigten, dass die kleine Spitze *a* im Westen gelegen um 22′=7,1 M. höher war als die Spitze *b*, auf welcher wir uns befanden. Ein paar Einzahnungen des Kammes und die allgemeine Steilheit der Felsen verhinderte uns, wie bereits erwähnt, bis dorthin vorzugehen.

Die Grösse der Oberfläche unserer Spitze beschränkt sich auf wenige Quadratmeter wegen des steilen Abfalles der Felsenwände nach allen Seiten.

Um 12^h 20 p.m. stand

das Barometer auf 438,18 M.M.
das Thermometer im Schatten −5,1° C.
das befeuchtete Thermometer −5,5 C.

Obgleich das Thermometer auf −5,1° C. stand und später nur auf −4,8° C. stieg, so konnten wir doch, da die Luft sehr ruhig war, länger als eine halbe Stunde auf

1) Vgl. Tafel X.

2) Wir waren hier nur noch von zwei Führern begleitet. Hans Joseph zum Taugwald, der ältere unserer Führer, im Uebrigen sehr rüstig, fühlte sich etwas vom Schwindel ergriffen. Wir müssen hinzufügen, dass er uns sehr nützlich war um beim Heraufsteigen vom Gorner-Gletscher unsern Weg durch die Spalten zu finden, deren Lage und Richtung er sehr gut zu beurtheilen wusste.

dem Gipfel verweilen; wir benützten die wenigen freien Augenblicke, welche uns unsere Beobachtungen liessen, um das ausgedehnte Panorama zu betrachten, welches uns umgab.

Es reicht vom Apennin bis zu den Alpen des Berner Oberlandes und Graubündtens. Es ist eine grossartige Reihe von Ketten und Gipfeln, deren Anblick für die Geographie und Geologie von grossem Interesse ist. Einer der hervortretendsten Charaktere dieses Ueberblickes ist die bedeutende und allgemeine Erhebung der Alpen auf der Nordwestseite und die weit geringere Höhe jener Bergzüge, welche sich im Süden des Monte-Rosa befinden. In dem ersteren Theile, nämlich auf der nördlichen Seite, zeigen sich die grossen Massen des Mont-Blanc, die Felsennadel des Matterhorns, das Weisshorn u. s. w. Bis zu den Gipfeln des Berner Oberlandes dehnen sich in mannigfachen Formen schneebedeckte Kämme und Gipfel aus, während im Gegentheile in den südlichen Gebirgsketten die dunkle Färbung der Alpenweiden und der Wälder vorherrscht.

Die Thäler, deren Sohle man überblickt, sind nicht zahlreich; man kann nur das des Gorner-Gletschers und jenes von Macugnaga auf grössere Erstreckung verfolgen; die übrigen sind fast durchgängig verdeckt; sie werden nur bemerkbar durch den leeren Raum, welchen die verschiedenen Bergketten zwischen sich lassen.

Das Thal von Macugnaga, unmittelbar am Fusse des steilen Abfalles des Monte-Rosa gelegen, gewährt einen überraschenden Anblick; man erkennt dort sehr hübsch die Häuser, Bäume und Culturen.

Die Ebenen von Piemont und der Lombardei überblickt man in grosser Ausdehnung, aber obgleich der Tag sehr rein war, konnten wir doch kaum einige der hervortretendsten Punkte unterscheiden.

Ehe wir die Spitze verliessen, war der Stand der Instrumente folgender (um 1^h):

Barometer	437,99 M. M.
Thermometer	−4,8 C.
Befeucht. Thermom.	−5,2 C.

Zum Herabgehen bedurften wir weniger Zeit als zum Hinaufsteigen, weil wir auf unsere früheren Schritte zurückkehrend, nicht nöthig hatten, den einzuschlagenden Weg aufs Neue aufzusuchen.

Wir gelangten auf den Sattel um $1^h 45^m$, wo wir noch $2\frac{1}{2}$ Stunde zubrachten, um unsere Beobachtungen zu vervollständigen.

Unsere Führer schlugen uns vor einen anderen Weg zur Rückkehr zu wählen. Die Sonne hatte seit 10 Uhr Morgens die zerspaltenen Firnmassen beschienen, welche wir überschritten hatten, als sie noch durch die Kälte der Nacht erhärtet und durch den Schatten des Nordendes geschützt waren; es war zu fürchten, dass der erweichte Schnee den Uebergang über die grossen Spalten sehr erschweren möchte.

Wir nahmen daher unsere Richtung gegen den Gorner-See, indem wir in der Mitte des Zuflusses No. III. herabgingen. Wir waren während dieses Weges so

glücklich, auf einer kleinen Felseninsel, welche einen Theil des Kammes „In der Schwärze“ bildet, einige wenige phanerogamische Pflanzen zu finden, bei einer Höhe von 3723 M. 11462 P. F.

Etwas unterhalb dieses Platzes begegneten wir dem ersten Hindernisse; es war dieses eine Terrasse, welche den Zufluss seiner ganzen Breite nach durchzog; sie zeigte einen so steilen und zerspaltenen Abfall, dass wir während $1\frac{1}{2}$ Stunden uns anscheinend vergeblich bemühten einen Weg über diese Senkung hinab zu finden.

Da die Zeit schon sehr vorgerückt war, so entschlossen wir uns endlich durch eine Schlucht von gefrorenem und theilweise in Eis verwandelten Schnee hinabzusteigen, welche eine Neigung von 60—62° hatte. Wir stiessen zum Glück auf keine sehr bedeutenden Spalten, und kamen, mit Stricken alle fest verbunden, ohne irgend einen Unfall über diese schwierige Stelle hinab.

Es war schon merklich dunkel, als wir nach 7 Uhr des Abends auf unserem früheren Nachtlager, auf dem rechten Ufer des Gletschers, angelangt waren. Der Mangel an Lebensmitteln und an Holz veranlasste uns nach kurzer Ruhe unseren Weg noch bis zu den Alpenhütten am Riffelberge fortzusetzen, welche wir erst um 11 Uhr des Nachts erreichten.

Wir waren während unserer Besteigung begleitet von PETER TAUGWALDER AUF DEM PLATZ, PETER INNERBINNER und HANS JOSEPH ZUM TAUGWALD. Wir waren mit denselben in jeder Beziehung vollständig zufrieden.

Wir hatten keinerlei Uebelbefinden empfunden, und die kleinen Unfälle von zweien unserer Führer waren der Art, dass man sie wohl nicht der Verdünnung der Luft zuschreiben kann.

Den folgenden Tag kehrten wir auf den Gorner-Gletscher zurück, um seine Structur und seine Topographie zu untersuchen und um die Zeichnung des Monte-Rosa auszuführen, welche sich auf Tafel VI. befindet. Das Interesse dieser Beschäftigungen wurde für uns noch sehr erhöht durch die Erinnerung an alle Einzelnheiten, welche wir den vorhergehenden Tag ganz in der Nähe beobachtet hatten. Es sei uns gestattet noch hinzuzufügen, dass wir ein lebhaftes Vergnügen empfanden, als wir mit dem Fernrohre die Spuren unseres Weges im Schnee wohlerhalten bis zum Gipfel verfolgen konnten.[1]

---

1) Wir bemerkten (S. 77), dass die Neigung der Felsen ganz nahe der Spitze weniger steil ist auf der Seite gegen die Zumsteinspitze, als auf jener gegen das Nordende; man könnte daher vorschlagen, bis zu 30 oder 40 M. über den Sattel emporzusteigen und sich hierauf gegen Westen zu wenden, um auf die entgegengesetzte Seite, auf die südliche, zu gelangen; dieses hätte, wie es uns scheint, den Vortheil, direct auf die Erhöhung *a* zu führen. Die etwas sanfte Neigung nach der Südseite erstreckt sich aber nicht über die ganze Abdachung; unmittelbar über dem Firnmeere, d. h. am untern Theile ist der kleine Kamm sehr steil, (vgl. Tafel II. Fig 1 und Cap. II.); diess ist wohl, wie auch Herr ZUMSTEIN fand, das wesentlichste Hinderniss, wenn man versuchen wollte, von der Südseite kommend, die Höchste Spitze zu ersteigen.

Vincentpyramide. 4224 M. 13003 F.

Dieser Gipfel, welcher sich ganz nahe an der Hütte befand, die wir vom 2. bis 15. September 1851 bewohnten, war für uns ein sehr günstig gelegener Punkt, um die Karte des Monte-Rosa zu vervollständigen und die Höhe seiner Gipfel von Südwesten aus zu bestimmen; wegen ihrer geringen Entfernung bot uns die Vincentpyramide auch den Vortheil, dass wir mehrere Stunden auf ihrem Gipfel zubringen konnten.[1]

Wir verliessen die Hütte um 6 Uhr Morgens, gingen über die Firnmeere des Indren- und des Garstelet-Gletschers und kamen von hier über einen sehr sanft gewölbten Rücken in das Firnmeer des Lys-Gletschers. Diese verschiedenen Becken sind hier unter sich nur sehr wenig getrennt; man erkennt gewöhnlich die Trennungslinie mehr an der Richtung und Vertheilung der Spalten, als an zusammenhängenden Kämmen.

Am westlichen Fusse der Pyramide befindet sich eine sehr hübsche Mulde, deren Boden 400 M. unter dem Gipfel liegt. Sie ist von einigen Felsenrücken eingeschlossen, die, ziemlich schneefrei, aus dem allgemeinen Niveau des Firns hervorragen. Auf einem solchen Felsen fanden wir bei 3824 M. 11770 P. F. noch einige verkümmerte kleine Rasen von Cherleria sedoides L.; es dürfte dies wohl der höchste Stand von phanerogamen Pflanzen in den Alpen sein.

Man steigt rechts von dieser Mulde empor, um auf den entgegengesetzten Abhang des Gipfels zu gelangen, nämlich auf jenen, der nach N. N. W. gerichtet ist, und kömmt so auf einen kleinen Sattel, der sich bei 4097 M. 12613 P. F. zwischen der Vincentpyramide und dem Schwarzhorn befindet.

Die gleichförmige Schneedecke von hier bis zum Gipfel hat eine mittlere Neigung von 32 bis 34 Graden; in den oberen Theilen steigt sie von 35 bis 37°. Obgleich der Schnee hart war, konnten wir doch ohne Fusseisen und ohne Stufen zu machen über denselben hinangehen.

Ehe man den höchsten Punct erreicht, folgt man einem kleinen Schneekamme, der nach Osten gerichtet ist; er steigt in dieser Richtung nur sehr wenig an, hat aber an beiden Seiten sehr starke Neigung.

Der Gipfel selbst bietet nur eine sehr kleine Oberfläche, die kaum mehr als 4 bis 5 Quadrat-Meter beträgt und etwas gegen Südwesten geneigt ist. Wir erreichten ihn um 11 Uhr Morgens Das Wetter war sehr klar, allein ein sehr heftiger Nordwind liess uns hier weit mehr Kälte fühlen, als früher auf der Höchsten Spitze.

Die Aussicht von der Vincentpyramide umfasst im Allgemeinen alle Gegenstände, wie jene von der Höchsten Spitze. Für uns war sie besonders dadurch von

---

1) A. S. benützte diese günstige Gelegenheit, um noch in dieser Höhe den Kohlensäure-Gehalt der Atmosphäre zu bestimmen.

Interesse, dass sie uns einen neuen Ueberblick des Monte-Rosa und des Lys-Kammes gewährte.

Das Barometer stand um 1 Uhr 459,80 M. M. Die Lufttemperatur war −5,0° C.; das befeuchtete Thermometer −5,7° C.

Beim Herabsteigen konnten wir wegen der sehr geringen Auflockerung des Schnees bis zum kleinen Sattel zwischen dem Schwarzhorn stehend herabgleiten.

Tiefer unten jedoch in den Firnmeeren mussten wir Nachmittags den Spalten öfter ausweichen als beim Heraufgehen, da die Schneedecke, welche sie bedeckte, jetzt ziemlich erweicht war.

Wir erreichten die Hütte um 7 Uhr Abends und hatten dessen ungeachtet stets Zeit genug gefunden, überall die verschiedenen Felsen zu untersuchen, welche an einzelnen Stellen aus dem Firne hervorragten.

Als Führer begleitete uns Peter Beck aus Gressoney, der auch stets mit uns die Hütte bewohnte.

Uebergang über das Weissthor. 3618 M. 11138 P. F.

Dieser Pass befindet sich am oberen Ende des östlichen Firnmeeres des Gorner-Gletschers.[1]

Man kann dorthin gelangen, indem man von Zermatt über den Riffelberg und die Gadmen geht, von wo wir bei der Besteigung des Monte-Rosa ausgingen; aber der Weg ist bequemer und erfordert weniger Zeit, wenn man von Zermatt nach den Alpenhütten von Findelen sich begibt; dort kann man die Nacht zubringen.

Ich verliess[2] diese Hütte am 27. August 4 Uhr Morgens. Man steigt zuerst gegen die Alpenhütten der Fluh-Alpe an, welche bei 2580 M. 7942 P. F. gelegen, eine der höchsten Alpenhütten in der Gruppe des Monte-Rosa und überhaupt in den ganzen Alpen sind. Etwas weiter oben betritt man den Gletscher, welcher im allgemeinen und selbst in seinen oberen Theilen eine ziemlich sanfte und gleichmässige Neigung hat.

---

1) Herr Ulrich hat 1852 (25. Aug.) einen anderen Uebergang nördlich von der Cima di Jazzi versucht. Er ging aus dem Firnmeere des Findelengletschers unmittelbar auf den Schwarzberggletscher und von da ins Saasthal. Die Höhe zwischen dem Findelen- und Schwarzberggletscher fand er 3699 M. 11387 P. F. Um von diesem Puncte nach Macugnaga zu kommen, muss man noch einen zweiten Kamm überschreiten, der sich von dem Faderborn gegen die Cima di Jazzi zieht. Siehe die interessanten Berichte von Ulrich in den Mittheilungen der Zürcher Naturforschenden Gesellschaft. 1853. Herr Ulrich glaubte, dass diese (secundäre) Einsattlung nördlich von der Cima di Jazzi der Weissthorpass sei, während G. Studer auf der Karte der nördlichen Wallisthäler die Lage des Passes so angibt, wie auch wir dieselbe gefunden haben, nämlich südlich von der Cima di Jazzi. Vergl. auch die „Erläuterungen zur Karte des Monte-Rosa."

2) Dieser Weg wurde nur von Adolph Schlagintweit gemacht in Begleitung von einem Führer (Taugwald aus Zermatt).

Die Spalten werden häufiger und erreichen zuweilen eine bedeutende Länge oberhalb des Stockhornes, wo man allmählig und ohne einen hervorragenden Kamm als deutliche Trennungslinie zu finden, aus dem Firnmeere des Findelen-Gletschers in jenes des Gorner-Gletschers gelangt.

Der Pass wurde um $10\frac{1}{4}$ Uhr erreicht.

Das Barometer stand dort um 11^h auf	500,75 Millimeter;
das Thermometer im Schatten auf	$+7{,}6°$ C.
das befeuchtete Thermometer auf	$+4{,}4°$ C.

Es gibt, wie man mir mittheilte, etwas weiter nördlich in dem Kamme noch eine zweite kleine Passeinsenkung. Sie ist auch auf Tafel XI angegeben; diese kann jedoch nicht als der eigentliche Weissthorpass angesehen werden, da man gewöhnlich als Pass die tiefste Stelle am Einschnitte eines Gebirgskammes bezeichnet. Die hier besprochene zweite Einsenkung, welche sich an dem Abhange von der Cima di Jazzi gegen das Weissthor befindet, unterbricht denselben nur sehr wenig und hat auf die allgemeine Gestaltung des Terrains nur einen sehr geringen Einfluss.

Am Weissthore selbst liegt die Uebergangsstelle noch 20 bis 30' höher als der tiefste Punkt; denn man kann von diesem letzteren über die Wände des entgegengesetzten Abhanges nicht hinabkommen.

Der Standpunkt auf dem Passe beherrscht eine Aussicht, welche sich bis in die Ebenen der Lombardei und bis in die Gebirge Graubündten's erstreckt; sehr interessant für die Untersuchung der Structur des Gebirges ist der freie und klare Ueberblick über den hohen und steilen Abfall des Monte-Rosa gegen den Circus des Macugnaga-Gletschers. Auf der linken Seite des Passes erhebt sich eine kleine rundliche Felsenspitze, welche unmittelbar mit den Felsenwänden zusammenhängt, die sich von dem Passe nach abwärts senken. Die Ruhe der Luft und die angenehme Wärme in der Nähe der von der Sonne beschienenen Felsen erlaubte mir mehrere Stunden auf der Passhöhe zu verweilen.

Beim Heraufsteigen hatten sich ausser einigen Spalten keine Schwierigkeiten gezeigt; auf der andern Seite jedoch muss man eine der höchsten und steilsten Felsenwände hinabsteigen, welche man in den Alpen findet. Wir wandten uns zuerst etwas gegen Norden und suchten, indem wir sorgfältig vorspringende und feste Punkte auswählten, in verschiedenen Windungen über die steilsten Stellen hinabzukommen. Wir liessen einige Male das Barometer und das Gepäck an einem langen Seile hinab, um nicht durch dasselbe in den freien Bewegungen gehindert zu sein. Der Schnee sitzt hier nur an sehr wenigen Punkten an den Felsen fest, erst später erreicht man die Firnlager der secundären Zuflüsse des Macugnaga-Gletschers; theils über diese, theils über hervorstehende Felsenmassen und kleine Weideplätze, welche die verschiedenen Gletscher trennen, gelangte ich um 6 Uhr auf die Alpenhütten von Rofel-Stafel bei 1935 M.=5958 F.

Das Weissthor kann wohl als der höchste Pass in den Alpen angesehen werden.

Es finden sich zwar gerade in den Umgebungen des Monte-Rosa noch locale Depressionen der Kämme, welche höher liegen als das Weissthor; z. B. jene zwischen dem Monte-Rosa und Lyskamm, nach Zumstein 13230 P. F.; die Einsattlung zwischen dem Findelen- und Schwarzberggletscher, die Ulrich 11387 P. F. fand; allein als Pässe können dieselben kaum angeführt werden, theils wegen der sehr beschränkten Zugänglichkeit, theils wegen der geringen Veränderungen, die sie in der Gestalt der Kämme hervorbringen.

Der Weissthorpass dagegen, unmittelbar am nördlichen Fusse des eigentlichen Monte-Rosa-Kammes gelegen, bildet eine sehr characteristische Trennung zwischen diesem und den nördlich gelegenen Gipfeln. Nach Albert Schott ist dieser Pass auch früher bisweilen benützt worden; und dürfte selbst zur Verbreitung der Deutschen auf die Südseite des Monte-Rosa nicht ohne Einfluss gewesen sein.

Das Matterjoch oder der Col du St. Théodule.
3353 M. 10322 P. F.

Das Matterjoch ist durch die geringe Neigung seiner Abdachungen zugänglicher, als man seiner Höhe nach erwarten könnte. Es ist dies zugleich der höchste Punkt in den Alpen, der mit Pferden und Maulthieren überschritten wird.

Der Weg führt über das feste Gestein bis zu einer kleinen Terrasse „Im konerigen Moos.“ Hier betritt man den Theodulgletscher, den man allmählig fast in seiner ganzen Breite überschreitet.

Der Passeinschnitt selbst befindet sich sehr nahe dem rechten Rande des Gletschers. Bei weitem der grössere Theil des Theodulgletschers liegt zwischen diesem Punkte und einem kleinen Kamme, der sich vom Furke-Grat herabzieht und den Theodulgletscher vom Grossen Mont-Cervin- oder Furke-Gletscher trennt.

Unmittelbar ehe man den Pass erreicht, geht man über eine engere und etwas steilere Stelle des Firns.[1] Auf den Felsen, welche sich zur Seite und etwas höher als der Passeinschnitt befinden, liessen eben die Herren Meynet ein kleines Häuschen aufführen, wo man in Zukunft selbst übernachten kann; da das Haus kaum angefangen war, benützte ich (H. S.) bei meinem Aufenthalte von 2½ Tagen das dort vorläufig aufgeschlagene Zelt.[2] (27 bis 29. Aug. 1851.)

Die Reste der alten Befestigungen sind weniger ausgedehnt als ich erwartet hatte.

Das Matterjoch bietet eine sehr interessante und belehrende Uebersicht über die Gipfel im oberen Wallis und in Piemont. Der hervorragendste Gegenstand dieses

1) Man bringt gewöhnlich mit dem Uebergange über das Eis 1 bis 2 Stunden zu. Beladene Saumthiere brauchen aber viel länger, da sie, wenn der Schnee noch etwas locker ist, bedeutend einsinken. Auch diesmal konnte das Maulthier, welches meine Instrumente trug, nur sehr langsam folgen.

2) Mit Vergnügen spreche ich hier zugleich den Herren Meynet meinen besten Dank für die vielen Gefälligkeiten aus, die sie mir während meines Aufenthaltes erwiesen.

Panoramas ist die grosse Nadel des Mont-Cervin oder Matterhorns; die Entfernung von dem Passe beträgt nur $5\frac{1}{7}$ Kilometer.

Auf der Südseite befindet sich der Val-Tournanche-Gletscher, welcher nicht sehr ausgedehnt ist. Der Weg führt nur eine kurze Strecke über denselben[1]. Man verlässt ihn am linken Ufer in der Nähe der Fourneaux dessus, und kömmt dann über Plan Torette und das Sommerdorf Breuil ins Tournanchethal.

Die Vincenthütte.[2] 3162 M. 9734 Par. F.

Diese Hütte befindet sich auf dem Col delle Piscie, welcher von dem Lysthale in das Sesiathal führt; sie diente uns zu einem Aufenthalte von zwei Wochen, vom 2. bis 16. September 1851.

Bei unsern Untersuchungen bot uns dieselbe einen sehr günstigen Standpunkt, nicht nur wegen ihrer grossen Höhe, sondern auch wegen ihrer freien Lage unmittelbar am Rande von sehr steilen und hohen Abhängen, welche sich im Osten derselben gegen den Emboursgletscher herabsenken. Hiedurch hatten wir Gelegenheit einen sehr bedeutenden Theil von Piemont und der Lombardei zu übersehen, und hier die Bildung der Wolken, die optischen Erscheinungen der Atmosphäre u. s. w. zu beobachten.

Die Hütte war ursprünglich erbaut worden, um einige Erzgänge in ihrer Nähe auszubeuten, welche vorzugsweise goldführenden Schwefelkies enthalten. Allein die geringe Menge des Goldes und vor allem die bedeutenden Schwierigkeiten, in Folge der hohen Lage dieser Bergwerke, bewirkten, dass dieselben seit vielen Jahren wieder verlassen wurden.

Obgleich die kleine Hütte seit längerer Zeit ganz unbenützt geblieben war, fanden wir sie im Allgemeinen sehr gut erhalten. Anfangs jedoch gelang es uns nicht, die Thüre zu öffnen; es war nämlich das Schneewasser durch einige Spalten des Daches eingedrungen, wodurch sich ein ziemlich grosser Kegel von Eis unmittelbar hinter der Thüre gebildet hatte, welcher dieselbe fest verschloss; wir mussten einen Theil des Daches abdecken, um dieses Hinderniss zu entfernen. Der Boden, welcher nicht mit Brettern bedeckt ist, war gefroren und blieb es auch während unseres ganzen Aufenthaltes. Das Innere ist in zwei kleine Räume getheilt, wovon

1) In der Nähe der höchsten Stelle des Passes sind die Firnmassen sehr zerklüftet, besonders in den östlichen Theilen des Tournanchegletschers. Im Jahre 1852 (2ten Sept.) hatte Herr Welf, der Syndicus von Gressoney la Trinité, den wir selbst während unseres Aufenthaltes im Lysthale kennen gelernt hatten, das Unglück, in eine dieser Spalten zu fallen, die mit einer dünnen Schneelage bedeckt war. Anfangs erhielt er sich einige Augenblicke in der Nähe des Randes, bald aber fiel er so tief hinab, dass er selbst durch die grössten Anstrengungen zahlreich herbeigeeilter Männer nicht gerettet werden konnte. Obgleich einer an einem Seile sehr tief in die Spalte hinabgelassen wurde, war es doch nicht möglich, den Verunglückten in der Tiefe auch nur zu sehen.

2) Vergl. die Ansicht der Vincenthütte Taf. X Fig. 2.

uns der erstere als Küche diente. Unser Gepäck war durch ein Maulthier bis zur Mittleren Baraque (2948 M. 9075') geschafft worden; von hier aus musste es getragen werden, da der Weg über ziemlich stark geneigte Schnee- und Firnfelder führt.[1]

Wir erfüllen eine angenehme Pflicht, indem wir unseren verbindlichsten Dank für die gütige Theilnahme aussprechen, mit welcher uns mehrere Bewohner des schönen Gressoneythales, vorzüglich die Herren Baron Beck, Lisco, Vincent, Welf und Zumstein bei unseren Untersuchungen unterstützten. Herr Vincent überliess uns nicht nur die Hütte zur freien Benützung, sondern stellte auch die Werkzeuge und alles Holz, welches sich noch in den Stollen und auf der Mittleren Baraque befand, zu unserer Verfügung. Herr Zumstein, welcher zuerst mit unermüdlicher Ausdauer und grosser Sorgfalt die topographischen und hypsometrischen Verhältnisse des Monte-Rosa näher kennen lehrte, erfreute uns fortwährend durch seine Rathschläge und durch die Mittheilung seiner reichen Erfahrungen.

Während der ganzen Dauer unseres Aufenthaltes auf der Vincenthütte waren wir von Peter Beck aus St. Jean de Gressoney begleitet, welcher uns durch seine Gewandtheit und seine Thätigkeit vollkommen zufrieden stellte. Einen Theil der Nahrungsmittel hatten wir sogleich selbst mit uns genommen; Herr Lisco, der Besitzer des Gasthauses zu Gressoney, fuhr fort, mit der liebenswürdigsten Aufmerksamkeit für alle unsere Bedürfnisse zu sorgen.

---

1) Die „Vincenthütte" wird in Gressoney auch „Oberste Erzhütte" oder „Oberste Barraque" genannt.

III.

HÖHENBESTIMMUNGEN IN DEN UMGEBUNGEN DER ZUGSPITZE, IN DEN BAYERISCHEN ALPEN.

Diese Beobachtungen haben wir im September 1852 mit dem Barometer Greiner Nr. 47 angestellt, dessen Construction schon oben angegeben wurde.

Da die Glasröhre, welche sich über dem kürzeren Schenkel befindet und den Nullstrich der Scala trägt, im Sommer 1852 zerbrach und durch eine neue ersetzt wurde, so machten wir Herrn J. G. Greiner in Berlin, der sie einfügte, darauf aufmerksam, dass man durch die Stellung des Nullstriches die Correction für dieses Barometer, welche 0,21 M. M. beträgt, wo möglich verkleinern könnte.

Wir erhielten bei einer Vergleichung mit Prof. Dove's Normalbarometer (14. Aug. 1852) nur — 0,03 M. M., eine Correction, welche auf die gewöhnlichen Ablesungen auf Zehntel-Millimeter keinen Einfluss hat.

Die Beobachtungen von 1852 wurden vorzüglich nach jenen vom Peissenberge berechnet, welche dort mit so grosser Sorgfalt von Herrn Pfarrer Ott angestellt werden; wir sind ihm für die freundliche Mittheilung derselben auf das lebhafteste verbunden.

Die Lage des Peissenberges hatte überdiess für unsere Höhenmessungen den Vortheil, dass er in gerader Linie nur 6 bis $6\frac{1}{2}$ Meilen von den Puncten, an welchen wir beobachteten, entfernt war, und dass die absolute Höhe des dort aufgehängten Barometers von 3023 P. F. die Unterschiede der zu berechnenden Höhen sehr verminderte.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass dadurch zwar die relativen Fehler der Resultate etwas grösser werden, aber die absoluten bedeutend geringer. Auch die Berechnung wurde dadurch etwas vereinfacht, indem nur für sehr wenige Puncte, an welchen die relative Höhe 3000' übersteigt, die Correction wegen der Feuchtigkeit angebracht werden musste.

Wir hatten unser Barometer mit jenem am Peissenberge verglichen; es ergab sich für den Peissenberg eine Correction von — 0,13 M. M.

Die Höhe des Peissenberges, für den Erdboden an der Kirche, nahmen wir nach DELCROS an = ... 3005 Par. Fuss.

Höhe des Barometers über dem Gipfel nach LAMONT[1] 20 Baier. Fuss = ... 18 „ „

Absolute Höhe des Barometers . 982 Meter. 3023 Par. Fuss.

Andere Angaben der Höhe des Peissenberges für den Boden an der Kirche sind:

2999 P. F. v. VARICOURT,

3002 „ „ BONNE und BROUSSEAU,

3014 „ „ WEISS,

3016 „ „ STOLZ; und LAMONT Höhenverzeichniss.[2]

3033 „ „ DELCROS in LAMONT's Höhenverzeichniss Seite 65, wenn die Höhe von München nicht, wie in allen vorhergehenden Bestimmungen geschah, zu 1569 P. F. sondern zu 1597' angenommen wird.[3]

Wir haben für den Peissenberg die Höhe von 3005' angenommen, weil sie so ziemlich in der Mitte zwischen den übrigen Bestimmungen liegt.

Für die Berechnung der Zugspitze wurden auch die Beobachtungen von Innsbruck benützt. Sie wurden, wie früher, von Herrn Dr. MAYERHOFER angestellt; wir verdanken der Mittheilung derselben der Güte des Herrn Assessor LIEBENER. Wir nehmen für dieses Barometer (von WAILHOFER in Wien) die Correction an, welche wir im Jahre 1848 durch Vergleichung erhalten hatten (+0,3 M. M.).

Die Höhe des Innsbrucker Barometers wurde nach unserer früheren Bestimmung (1848) seiner Erhebung über dem Pflaster der Jesuitenkirche[4], und nach den trigonometrischen Operationen des k. k. Generalstabes angenommen = 583,1 M. 1795,1 P. F.

Da wir uns mehreremale nur auf kurze Zeit von Puncten entfernten, deren Höhe von uns durch wiederholte Beobachtungen bestimmt worden war (wie Partenkirchen, die Hinterangerhütte und das Huthaus im Höllenthale), so haben wir auch versucht einige Höhen nach diesen Puncten zu berechnen; die Variationen des Druckes wurden dabei, wenn sie über 0,14 M. M. betrugen, nach den gleichzeitigen Aenderungen am Peissenberge interpolirt; die Temperaturverhältnisse, welche gewöhnlich bei einiger Entfernung der beiden Beobachtungspuncte weit grössere Fehlerquellen sind, wurden an der unteren Station theils durch einen Maximum-Thermometrographen, in Partenkirchen und am Huthause durch directe Beobachtungen bestimmt. Für Partenkirchen verdankten wir der Güte des Herrn Beneficiaten REISER während der ganzen Dauer unseres Aufenthaltes sehr regelmässige und sorgfältige meteorologische Beobachtungen.

---

1) LAMONT Beobachtungen am Hohen-Peissenberge. S. VIII.

2) Verzeichniss der im Königreich Bayern gemessenen Höhenpunkte. 1851.

3) Vergl. die näheren Bemerkungen weiter unten Seite 91.

4) Untersuchungen u. s. w. S. 165.

Wir werden nun etwas specieller die Beobachtungen zur Bestimmung des Gipfels der Zugspitze mittheilen und dann in alphabetischer Ordnung die Zusammenstellung der andern von uns gemessenen Punkte folgen lassen.

Höhenmessung der Zugspitze.

Die Bestimmung der Zugspitze hatte für uns ein besonderes Interesse, indem sie die grösste Erhebung der nördlichen Kalkalpen zwischen dem Bodensee und der Salzach bildet und zugleich der höchste Punkt von Bayern ist. Wir erreichten ihren (westlichen) Gipfel am 10. Sept. 1852, nachdem wir die Nacht in der Hinterangerhütte im Rainthale zugebracht hatten. Man verfolgt anfangs ein weites muldenförmiges Hochthal, „Auf dem Platt“ genannt, welches sich am südlichen Fusse der Zugspitze ausbreitet. Der obere Theil desselben wird von einem secundären Gletscher, dem Plattacher- oder Schneeferner angefüllt. Nachdem man einen Theil des Gletschers überschritten hat, führt der Weg über Felsenwände und später längs dem ziemlich schmalen Grate des Gebirges zur Spitze.[1]

Wir hatten die Hinterangerhütte um 5 Uhr Morgens verlassen, und erreichten um 11 Uhr den Gipfel, auf dem wir bis $2^h\ 30'$ verweilten. Die Fläche unmittelbar an der höchsten Stelle ist auffallend klein; sie beträgt nur wenige Quadratfuss und wird auf allen Seiten von steilen Wänden begrenzt. Oestlich von diesem Gipfel in einer Entfernung von etwa 600' erhebt sich eine kleine Felsenkuppe noch ein wenig höher, wir suchten ihre Höhe mit einem Vertikalkreise zu bestimmen; wir fanden den Winkel $= 1°\ 6'$, was einer Höhendifferenz von nur 10 bis 12 Fuss entsprechen dürfte; es scheint also dieser östliche Gipfel von der Spitze des Kreuzes auf dem westlichen überragt zu werden.[2]

Folgendes sind die Beobachtungen, nach denen die Höhe berechnet wurde.

10. September 1852.

1. Zugspitze; am Fuss des Kreuzes.

	$11^h\ 30'$ a. m.	$1^h\ 15'$ p. m.
Barom. red. u. corr.	532,22 M. M.	531,81 M. M.
Lufttemperatur . .	3,6° C.	2,7° C.
Befeucht. Thermom.	2,6° C.	1,7° C.
Relative Feuchtigkeit	83	82,(4)
Wind	SO $1\frac{1}{2}$	NO $\frac{3}{4}$

Anfangs war der Gipfel ziemlich wolkenfrei. Bald kamen die Nebel näher und zogen am Gipfel oder in seiner Nähe vorüber. Die allgemeine Wolkenhöhe (d. h. ihre untere Grenze, im gewöhnlichen Sinne) konnte in den lichten Zwischenräumen nach ihrer Stellung an den Abhängen anderer Berge beurtheilt werden. Sie betrug anfangs 7000', und senkte sich später bis etwas unter 6000' hinab.

1) Es wurde im Jahre 1851 durch die Bemühungen des Herrn Pfarrers Ott und mehrerer Geistlichen und Forstbeamten aus der Umgegend ein sehr schönes 14 bayer Fuss hohes eisernes Kreuz auf dem Gipfel errichtet. Vergl. die Zugspitz-Expedition u. s. w. von Christ. Ott. München 1851. Viele interessante topographische Mittheilungen sind auch enthalten in den Beschreibungen der Zugspitze und ihrer Besteigung von Dr. Einsele (G. Görres, deutsches Hausbuch I. 1846. S. 116); und von Oberst (Bayerische Annalen III. 1835. S. 36 u. 54, im Auszuge im Vaterländ. Magazin 1837. Nr. 26 S. 201).

2) Es begleiteten uns bei der Besteigung der Zugspitze unsere beiden Brüder Robert und Emil

2. Peissenberg.

	$11^h\,30'$ a. m.	$1^h\,15'$ p. m.	
Barometer	676,03	676,03	Morgens bewölkt, mit Sonnenblikken, Mittags ½ bewölkt, Abends 5^h bis 7^h Gewitter mit Blitz und Regen.
Lufttemperatur . .	13,1° C.	15° C.	

Die Beobachtungen am Peissenberge wurden um 7^h a. m. und 2^h p. m. gemacht. Morgens war der Wind S $1\frac{1}{2}$, der Dunstdruck 3,8 Par. Linien, die relative Feuchtigkeit 81. Um 2 Uhr war der Wind NO $1\frac{1}{2}$, der Dunstdruck 4,1 Par. Linien, die relative Feuchtigkeit 72. Da unsere Beobachtungen zeigten, dass die Aenderung der Windesrichtung erst nach 12^h statt gefunden hatte, nehmen wir für die Höhenmessung um $11^h\,30'$ die relative Feuchtigkeit für den Peissenberg gleich 82, um $1^h\,15'$ gleich 72 an. Dasselbe geschah auch für Innsbruck und die Hinterangerhütte, für welche wir keine Angaben über die Feuchtigkeit hatten. Bei der Bestimmung der gleichzeitigen Temperatur berücksichtigten wir auch die zweistündigen Beobachtungen zu Partenkirchen, welche wir der Güte des Herrn Beneficiaten Reiser verdanken. Dort war die Temperatur

7^h 11,3° C., 10^h 16,5°, 12^h 17,7°, 2^h 16,9°, 4^h 16,9°.

In Partenkirchen war der NO Wind bald nach 12, der Südwind, der am Peissenberge bei der Abendbeobachtung (9^h p. m.) angegeben ist, um $3^h\,30'$ eingetreten.

3. Innsbruck

	$11^h\,30'$ a. m.	$1^h\,15'$ p. m.	
Barometer	704,23	703,89	Morgens SW schwach. Mittags NO stark. Abends fast Windstille; kein Gewitter.
Lufttemperatur . .	20,0° C.	21,4° C.	
(Relat. Feuchtigkeit	82	72)	

4. Hinterangerhütte.

Der Barometerstand war um $4^h\,45'$ a. m. 645,9 M. M., Luft 3,6 um $6^h\,0'$ p. m., nach unserer Rückkehr war Bar. 645,6, Luft 11,0, ein Rutherford'sches Maximum-Thermometer zeigte 11,9° C. Für die Berechnung der Zugspitze nehmen wir folgenden Stand der Instrumente an:

	$11^h\,30'$ a. m.	$1^h\,15'$ p. m.
Barometer	645,9	645,8
Lufttemperatur . .	10,6	11,7
(Relat. Feuchtigkeit	82	72)

Nach München lässt sich die Zugspitze an diesem Tage nicht wohl berechnen, da bei den Veränderungen im Luftdrucke und in der Windesrichtung die grössere Entfernung von München Störungen befürchten lässt. In München stieg das Thermometer bis 3^h, das Barometer stand verhältnissmässig viel höher als an den übrigen Punkten; die Höhe, die man nach München für die Zugspitze erhält, ist fast um 20 Toisen höher als das folgende barometrische Mittel.

Schlagintweit; und als Führer und Träger: Joseph Berghofer, Hirte am Hinteren Anger, Joseph Steindl, Weber, und Martin Steindl, genannt Bäuerle, aus Partenkirchen.

Die Berechnung dieser Beobachtungen ergibt für die Zugspitze folgende Höhen:

Nach der Hinterangerhütte.

	11h 30' a. m.		1h 15' p. m.	
Relative Höhe	1589,7 M.	4893,7 P. F.	1595,0 M.	4910,1 P. F.
Feuchtigkeitscorrection	5,8 „	18,0 „ „	5,5 „	16,9 „ „
Höhe der unteren Station	1358,5 „	4182,0 „ „	1358,5 „	4182,0 „ „
	2954,0 M.	9093,7 P. F.	2959,0 M.	9109,0 P. F.

Nach dem Peissenberge.

Relative Höhe	1973,8 M.	6076,1 P. F.	1983,9 M.	6107,1 P. F.
Feuchtigkeitscorrection	7,9 „	24,3 „ „	7,7 „	23,6 „ „
Höhe der unteren Station	982,0 „	3023,0 „ „	982,0 „	3023,0 „ „
	2963,7 M.	9123,4 P. F.	2973,6 M.	9153,7 P. F.

Nach Innsbruck.

Relative Höhe	2342,0 M.	7209,7 P. F.	2346,4 M.	7223,1 P. F.
Feuchtigkeitscorrection	12,0 „	36,9 „ „	11,5 „	35,4 „ „
Höhe der unteren Station	583,1 „	1795,1 „ „	583,1 „	1795,1 „ „
	2937,1 M.	9041,7 P. F.	2941,0 M.	9053,6 P. F.

Mittel der barometrischen Messungen vom 10. September 1852.

Hinterangerhütte	2956,5 M.	9101,4 P. F.	
Peissenberg	2968,7 „	9138,6 „ „	
Innsbruck	2939,1 „	9047,7 „ „	
	2954,8 M.	9095,9 P. F.	= 10123,7 Bayer. Fuss.

Unter den früheren trigonometrischen Messungen sind es zunächst zwei, welche besonderes Vertrauen verdienen.

Es erhielten die französischen Ingenieure Bonne und Brousseau (nach Lamont's Höhenverzeichniss[1] S. 63) . . . . 9086 Par. Fuss.

Weiss[2] fand . . . . 9099 „ „

(Seite 37 des Anhanges.) Die relative Höhe der Zugspitze von 7530,6' über dem Pflaster der Frauenkirche (= 1568,5) wird Seite 15 als besonders sorgfältig gemessen bezeichnet.

Bei Lamont sind noch angeführt:

nach Katasterangabe . . . . 9032 „ „

aus den Verzeichnissen von Stolz . . . . 9069 „ „

1) Lamont, Verzeichniss der im Königreiche gemessenen Höhenpuncte. 2te Aufl. 1851.

2) Weiss, Südbayerns Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt. 1820.

Nach der letzteren Quelle gibt WALTHER[1] (S. 322) ausser der obigen Zahl auch die Höhe von . . . . 9097 Par. Fuss an.

Die beiden aus WINKLER's Verzeichnissen von WALTHER angeführten Höhen: 9031 und 9087 P. F., beziehen sich wahrscheinlich bloss auf die Messungen des Katasters und auf jene von BONNE und BROUSSEAU.[2] Die Listen, welche Herr STOLZ mit vielem Fleisse im k. topographischen Bureau angefertigt hat, sind, wie Herr Direktor LAMONT uns mitzutheilen die Güte hatte, aus verschiedenen Quellen gesammelt; sie enthalten keinen näheren Nachweis der Beobachtungsdata und machen überhaupt keinen Anspruch auf vorzügliche Genauigkeit.

Es konnten daher unter den vorhandenen Angaben wohl nur die trigonometrischen Messungen von BONNE und BROUSSEAU und jene von WEISS benützt werden, um aus denselben und aus unseren barometrischen Messungen ein Mittel zu nehmen.

Man erhält hieraus als Mittel für die Höhe der Zugspitze:

A. Relative Höhe über München 7525 P. F.

B. Absolute Höhe, München zu 1569' angenommen:
2954 Met. = 9094 P. F. = 10122 Bayer. F.[3]

Bei den oben angeführten trigonometrischen Messungen ist, wie LAMONT (S. 2) bemerkt, die Höhe des Pflasters der Frauenkirche in München zu 1569 P. F. angenommen, abgeleitet aus mehrjährigen Barometer-Beobachtungen von SEYFFER. Die von DELCROS aus den französischen geodätischen Operationen berechnete Höhe für denselben Punct ist 28' grösser, sie beträgt 1597'.

Die hieraus entstehenden Zweifel über die Höhe von München werden durch neuere, von dem bayerischen und österreichischen Generalstabe mit grosser Sorgfalt unternommene Messungen wohl bald definitiv gelöst werden. — Auch bei unseren barometrischen Bestimmungen[4] ist die Zahl 1569 zu Grunde gelegt, da die Höhe des Peissenberges zu 3005' sich auf diese Annahme als Ausgangspunct bezieht.

---

1) WALTHER, topische Geographie von Bayern 1844.

2) Eine barometrische Beobachtung von Dr. EINSELEN ergab 8437,4 P. F. (6257,4' über Partenkirchen = 2180'), was offenbar zu niedrig ist. G. GÖRRES, deutsches Hausbuch. I. 1846. S. 152.

3) 1 Par. F. = 1,1130 Bayer. F.

4) Den früher mitgetheilten barometrischen Bestimmungen von 1847 und 1848 liegt (wie Seite 164 unserer Untersuchungen angegeben ist) die DELCROS'sche Höhe von 1597' zu Grunde.

Zusammenstellung der

Nr.	Orte der Beobachtung.	Sept. 1852. Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
187.	St. Anton; Wallfahrtskirche bei Partenkirchen; Höhe des Kirchenpflasters.	3.	10^h 15' a. m.	698,9	13,0
188.	Bergli; kleiner Felsengipfel, der sich im Höllenthal-Kahre erhebt.	19.	1^h 45' p. m.	578,0	11,0
189.	Enning-Alpe; auf dem südlichen Abhange des Windstierlkopfes.	7.	4^h 15' p. m.	633,7	9,0
190.	Esterhöfe; in einem schönen Alpenboden am Fusse des Krotenkopfes. Das Barometer wurde bei dem hinteren Esterhofe abgelesen.	25.	1^h 15' p. m.	659,1	11,0
		26.	8^h 15' a. m.	658,1	10,2
			Mittel	658,6	10,6
191.	Farchanthütte; auf einer kleinen Alpenwiese südwestlich von den Esterhöfen.	25.	10^h 30' a. m.	660,3	7,0
		26.	11^h 0' a. m.	660,4	11,5
			Mittel	660,4	9,3
192.	Garmisch; bei der Brücke über die Loisach.	7.	7^h 30' a. m.	702,3	11,7
		8.	5^h 45' a. m.	700,9	17,5
		16.	1^h 0' p. m.	697,7	13,5
193.	Gatterle; Pass vom Rainthale nach Ehrwald.	11.	5^h 0' p. m.	593,3	3,1
194.	Graseck, vorderes; Bauernhöfe auf der rechten Seite des Rainthales.	14.	8^h 30' a. m.	686,4	10,2
195.	Grasecker Klamm; bei der Brücke über die Partnach, unterhalb Vorder-Graseck.	14.	9^h 30' a. m.	691,3	10,3
196.	Gutes Wasser; mässig starke aber constante Quelle auf dem Wege von der Hinterangerhütte zur Zugspitze.	10.	6^h 45' a. m.	593,9	4,5
		10.	4^h 0' p. m.	593,5	8,5
				593,7	6,5

1) Die Höhen mehrerer Quellen und Pflanzengrenzen werden später in den betreffenden Capiteln

2) Die Resultate früherer Bestimmungen sind in den Seite 90 angegebenen Werken von Lamont, übrigen, wo nicht speciell das Gegentheil bemerkt ist, auf trigonometrische Beobachtungen gegründet;

Höhenbestimmungen.[1]

Correspond. Station			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.[2]	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
Partenk.	703,2	13,1	750,0	2309	2373 2379 2413	WINKLER bei WALTHER; die letztere Zahl ist wohl auf einen etwas verschiedenen Standpunkt bezogen.
Huthaus	633,8	11,2	2270,5	6989,8		
Peiss.	678,9	11,3	1554,4	4785,1		
Peiss.	680,7	11,8	1244,9	3832,3	3880	WINKLER.
Peiss.	678,7	11,0			3994	WEISS bar. Der Aufstellungspunkt des Instrumentes ist nicht genau angegeben.
	679,7	11,4				
Peiss.	680,9	9,1	1222,1	3762,0		
Peiss.	678,7	11,3				
	679,8	10,2				
Peiss.	678,4	10,0	693,7	2135,6	2102	STOLZ und PARTSCH; der Markt; (welcher jedoch in seinen unteren Theilen nur wenig über dem Wasserspiegel liegt.)
Peiss.	677,3	13,8	691,4	2128,4		
Peiss.	673,9	9,3	692,4	2131,5		
					2122	LAMONT. Markt.
		Mittel	692,5	2131,8	2144	SCHLAGINTWEIT 1847.
	Allg.	Mittel	690,3	2125	(2198	WEISS bar. Brücke; zu hoch).
Hint. Ang.	643,8	9,1	2026,6	6238,7		
Peiss.	673,7	10,5	2024,3	6231,6		
			2025,5	6235,2		
Peiss.	677,1	10,3	868,5	2673,7	2698 u. 2700	WINKLER.
Peiss.	677,1	10,6	809,3	2491,2		
Hint. Ang.	645,9	8,9	2050,4	6312,0		
	645,3	12,6				
	645,6	10,8				

mitgetheilt werden.

WALTHER und WEISS enthalten. Die Angaben von WINKLER und PARTSCH sind auf barometrische, die alle beziehen sich auf die Höhe des Pflasters der Frauenkirche in München zu 1569 Par. Fuss.

Nr.	Orte der Beobachtung.	Sept. 1852. Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
197.	**Hammersbach**; Bauernhöfe am Ausgange des Höllenthales.	16.	2^h 45' p. m.	690,9	12,3
198.	**Hammersbacher Alpe**, südlich von Hammersbach; die Hütte ist jetzt unbewohnt.	20.	12^h 0' p. m.	635,0	11,0
199.	**Hinteranger Hütte**, letzte Alpenhütte im Rainthale; ebener Thalboden vor der Hütte.	9.	8^h 0' p. m.	644,9	3,8
		10.	4^h 45' a. m.	645,9	3,6
		10.	6^h 0' p. m.	645,6	11,0
		11.	1^h 30' p. m.	643,3	9,3
200.	**Hoch-Alpe**; nördlich von der Alpspitze.	20.	5^h 15' p. m.	622,7	7,8
201.	**Höllenklamm-Brücke**; über den Hammersbach zu Herrn BIEBL's Bergwerk führend.	16.	4^h 20' p. m.	660,4	10,1
		23.	1^h 45' p. m.	673,0	2,5
			Mittel	666,7	6,3
202.	**Hupfleite**; ein kleiner Pass zwischen dem Höllenthale und der Hammersbacher Alpe; an der tiefsten Stelle der Einsattlung bestimmt.	20.	11^h 45' a. m.	618,6	11,0
203.	**Huthaus**, bei Herrn BIEBL's Bergwerken im Höllenthale; Fussboden des Hauptgebäudes.	16 – 23.	Mittel	636,58	7,0
204.	**Kramer**; Gipfel dieses Berges beim Kreuze.	8.	12^h 15' p. m.	601,5	13,2
205.	**Kreuzalpe**; zwischen dem Höllenthal und dem Rainthal.	20.	3^h 0' p. m.	630,5	10,2

Anmerk. zu 203. Die einzelnen Ablesungen waren folgende:

		Huthaus.		Peissenberg.	
16. Sept.	9^h 15' p. m.	633,2 M. M.	9,6° C.	299,04'''	7,3° R.
17. „	9^h 35' a. m.	633,5 „	6,5° „	299,10	6,7° „
17. „	3^h 15' p. m.	632,8 „	8,2° „	299,00	6,5° „
17. „	9^h 30' p. m.	634,0 „	8,9° „	299,75	5,2° „
18. „	10^h 15' a. m.	635,7 „	8,3° „	299,48	9,6° „
19. „	5^h 45' p. m.	631,1 „	7,5° „	298,15	9,8° „

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
Garmisch	697,7	14,2	772,6	2378,2		
Huthaus	635,2	11,6	1504,9	4632,8		
Peiss.	675,5	15,0	1501,4	4622,0		
			1503,7	4627,4		
Peiss.	674,8	12,7	1355,9	4173,9		Einen sehr schönen, noch weiter aufwärts im Thale gelegenen Weideplatz fanden wir im Jahre 1847 zu 4563′.
Peiss.	676,0	10,0	1355,5	4172,7		
Peiss.	675,5	12,3	1360,4	4187,7		
Peiss.	673,2	15,0	1362,3	4193,6		
			1358,5	4182		
Huthaus	635,4	8,2	1668,5	5145,6		
Huthaus	632,9	8,0	1154,5	3554,2		
Huthaus	644,8	1,8				
	638,9	4,9				
Huthaus	635,5	11,6	1727,2	5317,1		
Peiss.	677,99	10,2	1502,2	4624,5		
Peiss.	677,8	13,7	1986,6	6115,5	6067	Weiss.
	Allg. Mittel		1977	6085	6074	Lamont.
					6078	Winkler.
					6089	
Huthaus	635,5	10,8	1567,9	4826,7		

		Huthaus.		Peissenberg.	
20. Sept.	10h 0′ a. m.	635,5 M. M.	10,1° C.	299,90‴	10,8° R.
20. „	7h 15′ p. m.	635,5 „	6,9° „	300,00	11,0° „
21. „	2h 30′ p. m.	636,8 „	11,8° „	300,46	12,3° „
22. „	1h 45′ p. m.	642,3 „	3,3° „	303,65	8,0° „
22. „	8h 53′ p. m.	643,5 „	1,0° „	304,21	4,6° „
23. „	12h 15′ p. m.	644,4 „	1,9° „	304,60	6,0° „

Der mittlere Barometerstand am Peissenberge ist
300‴,61 = 678,12 M. M.
Corr. − 0,13 „
677,99 „

Nr.	Orte der Beobachtung.	Sept. 1852. Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
206.	Kuhflucht, schöner Wasserfall am westlichen Abhange des Fricken; am Fusse des Wasserfalles.	4. 26.	6^h 40′ p. m. 12^h 15′ p. m.	669,4 666,2 667,8	11,9 12,7 12,3
207.	Leutasch, Dorf im Leutaschthale in Tyrol; bei der Kirche.	12.	6^h 0′ p. m.	663,0	11,8
208.	Obere Wasserplatte, Quelle auf derselben; rechte Seite des Höllenthales.	19.	7^h 15′ a. m.	623,0	9,8
209.	Partenkirchen, Platz vor der Kirche.	2—28.	Mittel	701,95	12,8
210.	Plattachergletscher oder Schneeferner; secundärer Gletscher am südlichen Fusse der Zugspitze, mittlere Höhe seines unteren Endes.	10.	3^h 0′ p. m.	564,0 Mittl. Feucht. 96	4,5
211.	Rainthaler Bauer, im Vorderen Rainthale; Hausflur.	9.	3^h 15′ p. m.	678,5	13,5
212.	Schachen-Alpe; am nördlichen Fusse der Dreithorspitzen.	13.	5^h 15′ p. m.	619,4	11,0
213.	Soldenpass; aus dem Puitenthale in ein kleines Hochthal führend, welches unmittelbar am südlichen Fuss der Dreithorspitzen und des Wettersteines liegt.	13.	11^h 30′ a. m.	590,7 Mittl. Feucht. 80	8,0
214.	Steinerne Hütte; Alpe im Kothbachthale, einem Seitenthale der Leutasch.	12.	10^h 30′ a. m.	604,0	6,5
215.	Steppberg-Alpe; westlich vom Kramerberge.	8.	7^h a. m.	630,2	6,9

Anmerk. zu 207. Folgendes waren die einzelnen Beobachtungen:

			Partenkirchen.		Peissenberg.	
2. Sept.	7^h	5′ p. m.	706,1 M. M.	11,8° C.	302,80‴	8,9° R.
3. „	9^h	0′ a. m.	704,3 „	13,0° „	302,00	7,5° „
3. „	11^h	15′ a. m.	703,7 „	13,7° „	301,90	8,2° „
4. „	8^h	0′ a. m.	702,4 „	11,8° „	301,31	9,6° „
4. „	2^h	0′ p. m.	702,0 „	17,6° „	301,33	12,0° „
4. „	10^h	30′ p. m.	702,4 „	11,5° „	301,35	9,9° „
5. „	9^h	0′ a. m.	702,0 „	14,5° „	301,10	12,2° „

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
Peiss.	679,8	14,0	1118,9	3444,3		
Peiss.	677,7	11,5				
	678,8	12,8				
Peiss.	677,3	10,7	1160,0	3571,0	Das Dorf Leutasch gehört zu den höchsten Dörfern, welche sich in den nördlichen Kalkalpen finden.	
Huthaus	634,2	10,0	1650,1	5079,7		
Peiss.	678,60	11,5	698,7	2151	2148	Lamont bar. am Posthause.
					2187	Winkler.
					2258?	Weiss bar.
Hinter Ang.	645,7	12,5	2479,6	7633,1		
Feucht. Corr. +13,4 P. F.=4,4 M.						
Peiss.	676,0	13,5	951,0	2927,6	2886	Schlagintweit 1847.
		Mittel	946	2913	2924	Winkler.
Peiss.	677,2	12,5	1727,8	5318,8	5457	Winkler, Schachenhütte.
					5112	Winkler, Schachensee.
Peiss.	677,9	13,6	2133,8	6568,7		
Feucht. Corr. 15,2'=4,9 M.						
Peiss.	676,8	11,5	1923,1	5920,0		
Peiss.	678,2	11,6	1589,6	4893,7		

		Partenkirchen.		Peissenberg.	
5. Sept.	3h 30′ p. m.	701,1 M. M.	22,1° C.	301,03‴	13,0° R.
6. „	8h 15′ a. m.	701,7 „	14,1° „	299,01	12,0° „
9. „	12h 15′ p. m.	699,0 „	17,8° „	300,00	10,4° „
16. „	7h 45′ a. m.	696,2 „	14,0° „	298,39	7,3° „
23. „	7h 45′ p. m.	712,4 „	2,9° „	304,80	3,4° „
26. „	6h 30′ p. m.	700,4 „	12,2° „	300,70	6,5° „
27. „	10h 45′ p. m.	699,1 „	4,5° „	299,60	7,5° „
28. „	8h 15′ a. m.	696,4 „	10,5° „	297,90	9,2° „

Mittel der Barometerstände am Peissenberge
300,88‴ = 678,73 M. M.
Corr. – 0,13 „
678,60 „

Nr.	Orte der Beobachtung.	Sept. 1852. Tag.	Stunde.	Barometer.	Thermometer.
216.	Thörlpass; unmittelbar am nordöstlichen Fusse der Dreithorspitzen.	13.	1h 30' p. m.	575,0	5,2
				Mittl. Feucht. 80	
217.	Unterbaustollen; im Höllenthale.	16.	5h 15' p. m.	638,3	10,5
		17.	9h 30' a. m.	639,1	6,5
		17.	4h 30' p. m.	638,4	6,5
		23.	1h 15' p. m.	649,9	2,0
				641,43	6,4
218.	Zugspitze, westlicher Gipfel; am Fusse des Kreuzes.	10.	11h 30' a. m.	532,22	3,6
		10.	1h 15' p. m.	531,81	2,7

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
Peiss.	678,1	14,7	2357,7	7258,2		
Feucht. Corr. 21,0' 6,8 M.						
Huthaus	633,2	9,8	1432,5	4409,8	Der Eingang des Stollens liegt also 69,7 M. 214,7 P. F. unter dem Huthause.	
Huthaus	633,5	6,4				
Huthaus	632,8	6,0				
Huthaus	644,4	1,8				
	635,98	6,0				
Barometrisches Mittel nach der Hinterangerhütte, dem Peissenberge u. Innsbruck.			2954,8	9095,9 =	10123,7 Bayer Fuss.	
Mittel aus den trigonometrischen und barometrischen Messungen.			2954	9094 =	10122 Bayer Fuss. (Vergl. S. 90 u. 91.)	

ZWEITER THEIL.

GEOLOGISCHE UND PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

CAP. I.

ALLGEMEINE BEMERKUNGEN ÜBER DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER ALPEN.[1]

INHALT.

Geographische und orographische Verhältnisse. Gliederung der Alpen. Hydrographie. Thalbildung. Regelmässige Neigungen; Masse des Gebirges. Pässe. Ursachen der Gebirgsbildung. Structur und Lagerungsverhältnisse der Centralmassen. Profile des Mont-Blanc und des Monte-Rosa. Contacterscheinungen zwischen den krystallinischen Feldspathgesteinen und den Sedimentschichten. Sedimentäre Formationen, und Hebungsverhältnisse derselben. Erratische Blöcke.

Mächtige Gebirge haben seit den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit und das Interesse des Menschen erregt. Obgleich sie bei wissenschaftlichen Betrachtungen jenen Reiz des Wunderbaren verlieren, welchen der Mythus und die dichterische Phantasie ihnen verleihen, so gewinnen sie dennoch eine neue und erhöhte Bedeutung durch die Mannigfaltigkeit und Grossartigkeit der Probleme, welche sie dem forschenden Geiste des Menschen darbieten.

Mit dem Anblick gewaltiger Kämme und unzähliger Gipfel verbindet sich unmittelbar die Frage nach den Ursachen ihrer Gestaltung und nach der Zusammensetzung, den organischen Einschlüssen und der inneren Structur der verschiedenartigen Felsarten. Und nicht nur in Beziehung auf geologische Verhältnisse, welche uns heute zunächst beschäftigen werden, sondern auch für physikalische Untersuchungen sind hohe Gebirge von grosser Wichtigkeit.

---

1) Es bedarf sehr der Entschuldigung, wenn ich es wage hier einige allgemeine Betrachtungen über die so verwickelten mannigfachen und geologischen Verhältnisse der Alpen mitzutheilen. Die Grundlage derselben bildet ein Vortrag über diesen Gegenstand im wissenschaftlichen Verein zu Berlin vom 20. März 1852 (Berlin, bei Hertz), welcher später weiter ausgeführt und vervollständigt wurde. Ich habe gestrebt, in ganz allgemeiner Weise, einige der wichtigsten Charactere in der orographischen und geologischen Structur der Alpen hervorzuheben, auf welche wir uns zugleich bei unseren physikalischen und meteorologischen Untersuchungen vielfach beziehen mussten. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes darf ich wohl die Nachsicht der Geologen für diesen, wie ich wohl weiss, sehr unvollkommenen Versuch in Anspruch nehmen.

Sie machen es möglich in die verschiedenen Schichten des Luftmeeres emporzusteigen, welches rings den Erdball umgibt, und hier vergleichende Beobachtungen über die physikalische und chemische Constitution der Atmosphäre anzustellen, oder die Wärmeverhältnisse der Luft und ihren Zusammenhang mit der Wärme des festen Gesteines und des Erdinneren zu verfolgen.

Die Vegetation, reich an neuen Pflanzenformen, bietet zugleich in Folge der climatischen Verhältnisse grosse Veränderungen in den verschiedenen Höhen des Gebirges, und umfasst so eine Reihe von Abstufungen des pflanzlichen Lebens, die sich in horizontaler Ausdehnung nur über viele Breitengrade, über weite Länderstrecken zerstreut finden.

Geographische und orographische Verhältnisse.

Die Alpen, deren wichtige geologische und physikalische Erscheinungen zuerst in SAUSSURE's berühmten Arbeiten [1] mit unübertrefflicher Genauigkeit geschildert wurden, bilden das höchste Gebirge des europäischen Festlandes; sie werden an Ausdehnung und Höhe nur von einigen Gebirgszügen Amerika's und Asiens, von den Cordilleren, dem Himalaya u. s. w. übertroffen. Ihre imposanten blauen Bergketten sind schon aus weiter Ferne in Süddeutschland, Frankreich und Italien sichtbar. Der herrliche Anblick, welchen diese schneebedeckten Gipfel hier als Hintergrund reicher Landschaften gewähren, wird nur durch die Grossartigkeit der Scenerie und die Mannigfaltigkeit der Formen übertroffen, die das Innere des Gebirges selbst darbietet.

Die Alpen befinden sich zwischen 23° und 34° östlicher Länge und $43\frac{1}{2}$° bis 48° nördlicher Breite; im Westen werden sie durch das Thal der Rhone und die provençalische Ebene, im Osten durch die ungarischen Tiefländer, im Süden durch das adriatische und ligurische Meer, durch die lombardische und piemontesische Ebene begrenzt; im Nordwesten stossen sie an den Jura; im Norden werden sie durch die bayerischen und österreichischen Ebenen von dem Böhmerwalde und den mährischen Gebirgen geschieden. Sie erleiden in ihrer Richtung eine grosse Biegung; während der eine Schenkel, von dem Strande des Meeres bei Nizza bis nach Savoyen von Süden nach Norden streicht, zieht der zweite, weit grössere Theil von Westsüdwesten nach Ostnordosten, nämlich vom Wallis bis nach Ungarn.

Man hat schon sehr bald das Bedürfniss gefühlt, dieses Bergsystem in verschiedene geographische Abtheilungen zu trennen; [2] jedoch erst mit Hülfe der Geologie gelingt es dasselbe in seine natürlichen Gruppen zu zerlegen, und auch ihre orographische Structur deutlich zu erkennen.

---

1) HORACE-BÉNÉDICT DE SAUSSURE Voyages dans les Alpes. 4°. 4 Vols. 1779—1796.

2) Die geographischen und orographischen Verhältnisse der Alpen sind geschildert in den ausgezeichneten allgemeinen Werken von RITTER, BERGHAUS u. s. w.; ferner in BEITZKE, die Alpen, Colb. 1843; SCHAUBACH, die deutschen Alpen. 5 Bde. Jena 1845—47, mit vielem interessanten Detail, u. s. w.

Früher hatte man angenommen, dass die Alpen aus einer Reihe ununterbrochener, paralleler Ketten bestehen. Die neueren Untersuchungen scheinen hingegen zu zeigen, dass sie sich weit besser sowohl in orographischer als in geologischer Beziehung in verschiedene selbstständige Gruppen trennen lassen, welche durch ihr Ineinandergreifen das Relief des Gebirges bedingen. Diese Gruppen, deren Kenntniss man vorzüglich den unermüdlichen Beobachtungen STUDER's [1] verdankt, sind am schönsten und deutlichsten entwickelt in den centralen Theilen, in der Mittelzone des Gebirges, welche aus krystallinischen Schiefern besteht, durchbrochen von verschiedenen

---

1) Es sei mir gestattet hier einige Bemerkungen über die wichtigste Literatur zusammenzustellen.

Für die Schweiz ist vor allem zu erwähnen: BERNHARD STUDER, Geologie der Schweiz Bd. I. 1851 nebst einer Uebersichtskarte des Alpengebietes. Es schliesst sich an dieses Werk die ausführliche geognostische Karte der Schweiz an, welche STUDER in Gemeinschaft mit ARNOLD ESCHER VON DER LINTH nächstens publiciren wird. Ferner: STUDER, Geologie der westlichen Schweizer Alpen 1834, und Monographie der Molasse 1825; STUDER und ARNOLD ESCHER VON DER LINTH Beschreibung von Mittelbündten; und der Gebirgsmasse von Davos; in den Denkschriften der Schweizer naturforschenden Gesellschaft. Die Abhandlung MURCHISON's: On the geological structure of the Alps, Carpathians and Apennines; Quarterly Journal of the London geological Society. Vol. V. 1849; auch deutsch von G. LEONHARD, enthält ausser seinen speciellen Beobachtungen eine sehr übersichtliche und wichtige Vergleichung der verschiedenen Formationen und der allgemeinen Structur der Alpen. Man sehe auch MURCHISON und SEDGWICK: On the geological structure of the Eastern Alps; Transactions of the geological Society Vol. III.

Die geognostische Zusammensetzung der westlichen (französischen) Alpen wurde von ÉLIE DE BEAUMONT auf der schönen geologischen Karte Frankreichs von BEAUMONT und DUFRÉNOY Blatt 4 und 6 ausführlich dargestellt und in mehreren Abhandlungen (Mémoires pour servir à une description géologique de la France; und in den Annales des sciences naturelles) erläutert; es haben sich hieran später die Beobachtungen von GRAS, FOURNET, D'ORBIGNY, EWALD, LORY u. s. w. angereiht.

Karten und Beschreibungen der sardinischen Alpentheile sind von A. SISMONDA in den Memorie dell' Academia di Torino gegeben.

Unter den wichtigen Untersuchungen LEOPOLD VON BUCH's in den verschiedensten Theilen der Alpen sind besonders jene über das südliche Tyrol zu nennen. Briefe über das südliche Tyrol 1824 mit Atlas; ferner: Ueber die Lagerung von Melaphyr und Granit in den Alpen von Mailand; und über einige geognostische Erscheinungen in der Umgebung des Luganersees. Abhandlungen der Akademie zu Berlin für 1827. — ALEX. DE HUMBOLDT lettre à Mr. DE BUCH sur les environs de Predazzo. Ann. de Chimie et de Physique Vol. 23 und LEONHARD's Mineral. Taschenbuch 1824; es folgten ihnen die Arbeiten von KLIPSTEIN, FUCHS, EMMRICH, BRUNNER und Anderen.

Von ganz Tyrol und Vorarlberg wurde 1852 von dem geognostisch-montanistischen Vereine eine sehr schön ausgeführte geognostische Karte in 11 Blättern publicirt. Man vergleiche die gehaltvollen Bemerkungen, welche L. VON BUCH hierüber mitgetheilt hat. (Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. B. IV. 1852. S. 211.)

Für Baiern siehe: SCHAFHÄUTL, geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges 1851, mit einer geologischen Karte; ferner die Abhandlungen von EMMRICH in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft und im Jahrbuch der geologischen Reichsanstalt.

Die österreichischen Alpenprovinzen im allgemeinen sind dargestellt in HAIDINGER's geologischer Uebersichtskarte der österreichischen Monarchie nebst Erläuterungen 1849; die nordöstlichen Theile derselben in VON MORLOT's Erläuterungen zur geologischen Uebersichtskarte der nordöstlichen Alpen, 1847. Eine wichtige Uebersicht der paläontologischen Gliederung der Formationen hat S. VON HAUER gegeben, in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akad. d. Wissenschaften, Februar 1850. Durch die Thätigkeit der geologischen Reichsanstalt zu Wien werden gegenwärtig sehr schöne, detaillirte Karten vorbereitet.

granitischen Massen. Man trifft diese Gesteine, sobald man die Alpen in irgend einem Theile, ihrer ganzen Breite nach, überschreitet.

An diese Mittelzone schliessen sich sowohl im Norden und Westen als auch im Süden die beiden Nebenzonen an, welche grösstentheils von neptunischen Gesteinen, von Kalksteinen, Sandsteinen und Schiefern gebildet werden. Sie senken sich gegen die Ebenen hernieder, welche rings an dem Fusse des Gebirges sich ausbreiten.

Im Norden und im Westen begleiten diese Kalk- und Sandsteinmassen den Alpenzug ununterbrochen von Wien bis nach Marseille; sie bilden, aus einiger Entfernung gesehen, den regelmässigen Vorwall, über welchen sich die im Schneelichte weithin glänzenden Felsenhörner der Centralalpen erheben.

Sehr verschieden gestalten sich diese Verhältnisse auf jener Seite des Gebirges, welche Italien zugekehrt ist. Die Zone der Kalksteine und Dolomite zieht hier von Osten her, aus den illyrischen und venetianischen Alpen, mit stets abnehmender Breite und Mächtigkeit bis an den Lago Maggiore und bis an das Sesiathal, wo sie gänzlich aufhört, so dass die Schiefer der Mittelzone bis an den Rand des Gebirges reichen.

Begibt man sich z. B. weiter westlich über den alten Pass des Mont-Cenis aus Frankreich nach Piemont, so tritt man aus dem Gebiete des Gneiss und der crystallinischen Gesteine unmittelbar in die weite lombardische Ebene hinaus. Erst südlich vom Monte Viso zeigen sich wieder Kalk- und Dolomitberge an der äusseren Umwallung des Gebirges.

Mit den geologischen Verhältnissen im allgemeinen stehen auch die hydrographischen in vielfacher Beziehung. Durch die Ausdehnung und Vertheilung der einzelnen Alpengruppen wird die Richtung der Thäler und der Lauf der grossen Alpenflüsse bedingt, welche nach allen Seiten diesem Gebirgssysteme entströmen.

Die Wassermasse eines Flusses hängt bekanntlich ab: von der Grösse seines Areales, das heisst von der Ausdehnung der Ländermasse, deren Wasser sich in seinem Bette vereinigt, von der Menge der atmosphärischen Niederschläge und von ihrem Verhältnisse zur Verdunstung. Die Regenmenge ist in Gebirgen stets verhältnissmäsig gross, da hier die Mischung der Luftmassen von verschiedener Temperatur und Feuchtigkeit weit häufiger und inniger ist als in der freien Atmosphäre in Folge des Widerstandes, welchen die Kämme der geradlinigen Bewegung der Luft entgegenstellen.[1] In den Alpen ist die Menge von Regen und Schnee, welche jährlich niederfällt, sehr bedeutend. Denkt man sich die Gesammtsumme derselben in der Form von Wasser aufgehäuft, so würde am Ende des Jahres, nach zahlreichen Beobachtungen an verschiedenen Stationen, im Mittel für das Alpengebiet der Boden mit einer Wasserschicht von 40 Paris. Zoll Höhe bedeckt sein. In den benachbarten

1) Als Kältereservoirs wirken die Gebirge dabei keineswegs; sie sind im Gegentheile in gleicher Höhe (einzelne lokale Unregelmässigkeiten ausgenommen) wärmer als die freie Atmosphäre. Vergl. die vierte Abtheilung dieses Buches. Die Menge der atmosphärischen Niederschläge ist nicht in allen Alpen-

Ebenen ist die Regenmenge weit geringer, und nur in einigen anderen gebirgigen Gegenden Europas erhält man ähnliche Zahlen, z. B. in dem Berglande der brittischen Inseln, wo die jährliche Regenmenge 38,83 P. Zoll erreicht; während derselbe hingegen in Nord- und Miteldeutschland nur 19,92″ beträgt. Ausser den Schnee- und Regenfällen ist besonders in den höheren Theilen des Gebirges die Bethauung sehr stark und häufig. Als Resultat dieser Verhältnisse trifft man in den Alpen eine ungemeine Anzahl schöner Quellen, welche zahlreiche kleine Wildbäche bilden, die über die Abhänge herab sich in die Flüsse der Thäler ergiessen. Eine für die hydrographischen Verhältnisse der Alpen sehr wichtige Eigenthümlichkeit ist die grosse Anzahl ausgedehnter Seen, welche sich in denselben befinden; dieselben tragen zugleich sehr wesentlich zu dem malerischen Character dieses Gebirges bei. Es ist bemerkenswerth, dass dieselben vorzüglich auf den Rand der Alpen beschränkt sind, wo sie Tiefen von 700 bis 1200 Fuss erreichen, während sie im Innern der grossen Gruppen fehlen, da in diesen die Erhebung am regelmässigsten und am zusammenhängendsten ist.

Die Kenntniss der Höhenverhältnisse [1] von so mannigfachen Bergreihen musste schon sehr frühe die Aufmerksamkeit der Geographen auf sich ziehen; aber es ist noch kein Jahrhundert verflossen, seit hierüber eine grössere Anzahl von Beobachtungen mit wissenschaftlicher Schärfe angestellt wurden.

Die Umgebungen des Mont-Blanc und des Monte-Rosa sind jene Punkte, in welchen die bedeutendste Erhebung stattgefunden hat; von hier weiter östlich gegen Tyrol und Kärnthen, ebenso wie nach Süden in den Cottischen Alpen und in den Meer-Alpen nimmt das Gebirge im allgemeinen an Höhe ab. Der Gipfel des Mont-Blanc erreicht eine Höhe von 4810 M. 14809 Pariser Fuss, während der Monte-Rosa sowohl im Mittel der trigonometrischen Bestimmungen, als auch nach den barometrischen Beobachtungen, welche ich selbst in Gemeinschaft mit meinem Bruder auf dem Gipfel ausführen konnte, sich 4640 M. 14284 F. über das mittelländische Meer erhebt.

Ich möchte hier speciell darauf aufmerksam machen, dass die Gipfel der Alpen nicht isolirte Kegel bilden, wie z. B. der Vesuv oder der Aetna, sondern dass sie vielmehr nur Theile der höchsten Kämme sind, über welche sie mehr oder weniger hervorragen.

Zwischen diesen Kämmen sind zahlreiche Thäler verzweigt, welche hier, wie in jedem Gebirge, theils Längenthäler, theils Querthäler sind. Mit dem Namen Längenthäler bezeichnet man jene tiefen weiten Einschnitte, welche die grossen Alpengruppen umgeben und parallel zur allgemeinen Richtung derselben verlaufen. Als

---

theilen gleich; man erhält für die Nordseite der Alpen 33,92″, für den Westabhang 44,25″ und für den Südabhang 54,25″. Vergl. Seite 413 der Untersuchungen über d. phys. Geographie der Alpen u. s. w. 1850.

1) Eine Uebersicht der grössten Höhen in den Alpen bietet die Darstellung der Verbreitung der Gletscher auf Taf. XVIII.

schöne Beispiele können das Aostathal in Piemont, oder die Thäler der Rhone im Wallis, des Inn und der Drau in Tyrol erwähnt werden; sie zeichnen sich im allgemeinen durch eine weite, reich bebaute Thalsohle aus; nur durch Versumpfung wird zuweilen die Fruchtbarkeit beschränkt.

Die Querthäler hingegen befinden sich im Inneren der hohen Gebirgsgruppen. Sie sind kürzer und steigen weit rascher an; eine ihrer vorzüglichsten Eigenthümlichkeiten, welche sogleich in die Augen fällt, ist die Abwechselung von langen und stärker geneigten Thalengen und Schluchten mit weiten flachen Becken, welche rings von hohen Bergen kesselartig eingeschlossen sind; ein höchst überraschendes und anziehendes Bild gewähren hier die grünen Thalflächen im Gegensatze zu den bewaldeten dunkelen Bergabhängen und den beschneiten Felsengipfeln im Hintergrunde. Aehnliche ausgedehnte Mulden zeigen sich sehr häufig auch an den obersten Enden der Thäler. Sie werden hier von den grossen Schneeanhäufungen der Firnmeere erfüllt, welche für die Existenz der Gletscher so wesentlich sind. Aus ihnen schöpfen jene Eismassen ihren Vorrath, welche in die tieferen Thäler hinabziehen.

Das Profil des Möllthales, in Figur 1 der Tafel V, zeigt das Ansteigen der Thalsohle eines Querthales und die Abwechselung der flachen Becken, mit den stärker geneigten Thalengen.[1] Man sieht hier zugleich eine Erscheinung, welche in allen Alpenthälern wiederkehrt, dass nämlich das mittlere Gefälle des Bodens im allgemeinen steiler wird, je mehr man von der Mündung eines Thales gegen sein oberes Ende fortschreitet.

Diese Unterschiede der Neigung werden oft sehr bedeutend. Während das Wasser in den untersten Theilen der Thäler auf eine Entfernung von 1000 Fuss nur einen Fall von 4 bis etwa 14 Fuss hat, erlangt dasselbe in den höheren Theilen häufig 60 bis 80, ja wie im Möllthale selbst einen Fall von 100 bis 120 Fuss. Die Geschwindigkeit der Bäche wird dadurch sehr erhöht; sie wirken dann um so mächtiger auf die Zertrümmerung der Felsen und auf den Transport der Geschiebe. Diesen Bemerkungen über das Gefälle der Thäler werden sich wohl am besten einige allgemeine Betrachtungen über die Neigungsverhältnisse der Bergabhänge und der freien Gipfel anreihen.[2] Die Neigung dieser Abdachungen bedingt vorzugsweise den Charakter und die äussere Form eines Gebirges, und gerade hierin ist man bei einer flüchtigen Betrachtung der Natur mannigfachen Täuschungen ausgesetzt.

Von den Kämmen, welche sich zu beiden Seiten eines Thales befinden, ziehen sich die Abhänge, bald etwas sanfter geneigt, bald von steileren Stellen und Felsenwänden unterbrochen, bis zur Thalsohle herab. Ungeachtet dieser verschiedenen Ab-

---

1) Der Höhenmassstab ist 6 mal grösser als der Längenmassstab. Die Richtung des Durchschnittes ist von Südosten nach Nordwesten. Ich habe mir ausnahmsweise erlaubt, dieses Profil aus den Untersuchungen über die Thalbildung in Cap. IX unseres früheren Buches hier zu wiederholen.

2) Die näheren Beobachtungen hierüber sind in Cap. II enthalten.

wechselungen der Abdachung, welche so sehr den malerischen Eindruck eines Thales erhöhen, lassen sich doch auf grösseren Strecken sehr deutlich mittlere Neigungen erkennen, welche in verschiedenen Gebirgen sehr constante Differenzen zeigen. Vor allem mache ich darauf aufmerksam, dass man besonders in hohen Gebirgen die Neigung der Berge für viel steiler hält als direkte Messungen ergeben. Dieselben haben gezeigt, dass die Abhänge zu beiden Seiten der Querthäler an den regelmässigen Stellen (mit Ausschluss der schluchtartigen Verengungen) nur eine mittlere Neigung von 30 bis 35° besitzen. In den weiten Längenthälern beträgt die Abdachung der Thalgehänge nicht selten nur 25 bis 20 Grade.

Die auffallendsten Ausnahmen von diesen regelmässigen mittleren Neigungen finden durch die Felsenwände statt, welche in manchen Theilen der Alpen in so grossartiger Entwickelung auftreten. Aber selbst diese sind nicht so steil, als man sie mit freiem Auge gewöhnlich schätzt. Die Felsenwände der Jungfrau, welche sich gegen das Grindelwaldthal herabsenken, oder jene am südlichen Absturze des Monte-Rosa gegen den Gebirgskessel von Macugnaga, übersteigen auf grösseren Strecken nur sehr selten eine mittlere Neigung von 60 bis 65°. Diese Neigung reicht hin, um auf den Beschauer den Eindruck eines fast ganz vertikalen Abfalles hervorzubringen.

An den freien Felsengipfeln endlich, welche oft mehrere tausend Fuss über die Kämme emporragen, werden durchgängig die Neigungen weit bedeutender, als an den Thalgehängen. Die hohen Gipfel der Berner-Alpen, des Monte-Rosa, des Mont-Blanc oder des Monte-Viso fallen im Mittel nach allen Seiten mit Neigungen von 45 bis 50° ab, ja ziemlich häufig findet man selbst 55 bis 60°. Hierdurch entstehen die schlanken, kühnen Formen dieser Felsennadeln, welche sie im Gegensatze zu den tieferen Bergrücken so sehr auszeichnen.

Wegen der angeführten flachen Neigungen der Abhänge und der daraus hervorgehenden grossen Weite der Thäler selbst, befindet sich, wie man leicht einsieht, eine bedeutende Masse von Luft zwischen den einzelnen Bergketten; die Gesammtmenge von festem Gesteine, welche an der Zusammensetzung des Alpengebirges Theil nimmt, ist daher weit geringer, als man bei einer blossen Betrachtung des äusseren Umfanges und der Höhe des Gebirges, ohne Rücksicht auf die zahlreichen weiten Thäler im Inneren desselben, voraussetzen würde.

Um eine Vorstellung von der Masse eines Gebirges zu erhalten, kann man sich dasselbe, wie zuerst Alex. von Humboldt gethan, gleichmässig über einen grossen Länderstrich ausgebreitet denken und den Effekt betrachten, welcher dadurch auf die Höhe dieser Ebenen hervorgebracht würde. Alexander von Humboldt hat in seinen Untersuchungen über die mittlere Höhe der Continente[1] durch Combination

1) Central-Asien. Untersuchungen über die Gebirgsketten und die vergleichende Climatologie. Von Alex. von Humboldt; deutsche Ausgabe von W. Mahlmann. 1844. Bd. I, S. 120—133.

der zuverlässigsten Daten gefunden, dass die Alpen, auf Europa verbreitet (304000 □Meilen), die Oberfläche derselben um 3,5 Toisen = 21 Par. Fuss erhöhen würden, während z. B. die Wirkung der Pyrenäen kaum 1 Toise betragen würde.

Mit der Form und Anordnung der Thäler hängt auf's innigste auch die Lage der Pässe zusammen. Es sind dieses jene oft sehr bedeutenden Depressionen der Kämme, welche sich da befinden, wo die hinteren Enden zweier entgegengesetzt auslaufenden Thäler zusammenstossen. Die grösseren Alpenpässe, welche meistens zwischen 5000 und 7000 Fuss liegen, bilden daher tiefe Zerspaltungen der Bergmassen, die seit den berühmten Heereszügen Hannibals und jenen der römischen Legionen für die Communikation und für den Verkehr der Völker von grösster Wichtigkeit waren. Es ist häufig die irrige Ansicht verbreitet, dass man, auf der Höhe eines solchen Passes angelangt, eine umfassende und belehrende Uebersicht der Gebirgszüge zu beiden Seiten geniessen müsse. Aehnliches ist allerdings zuweilen in kleineren Gebirgen der Fall, in welchen die Kämme durch ganz einfache, breite, oben ebene Bergrücken gebildet werden. In den Alpen jedoch ragen neben den Hauptpässen noch Bergzüge von 3000 ja 6000 Fuss relativer Höhe empor, welche nur selten einen etwas freieren Ueberblick gestatten.

Ausser den tiefer liegenden, fahrbaren Alpenpässen, z. B. dem Gotthard, Simplon, Mont-Cenis oder dem Brenner, gibt es noch einige weniger bedeutende Einschnitte an den höchsten Kämmen.[1] Die Höhe dieser beschneiten und vergletscherten Pässe der Hochalpen ist abhängig von der mittleren Erhebung einer Gebirgsgruppe im allgemeinen. Der höshste derselben in dem Gebiete der Alpen ist das Weissthor, in der Nähe des Monte-Rosa, bei 11138 Par. Fuss; der höchste Pass in der Mont-Blanc-Gruppe ist der Col du Géant, 10506 Fuss.[2] Sobald sich die Höhe der Gipfel und Kämme vermindert, sinkt auch jene der Hochalpenpässe herab.

Dieses schöne Verhältniss zwischen der mittleren Erhebung einer Bergmasse und zwischen der Höhe einzelner Theile derselben, z. B. der Gipfel, Kämme, Pässe oder der Thalsohlen, wurde zuerst von Alexander von Humboldt durch zahlreiche Beispiele in beiden Hemisphären erläutert.

Von besonderem Interesse scheint es mir, die bedeutende Höhe der Thalsohlen in jenen Alpengruppen zu erwähnen, in welchen die grösste Massenerhebung stattgefunden hat. Das grosse Thalbecken von Zermatt (5086'), am nördlichen Fusse des Monte-Rosa (Taf. V; Fig. 4), liegt nur einige hundert Fuss tiefer als der freie, isolirte Gipfel des Rigi, ja mehrere kleine, einsame Dörfer erreichen in dem oben genannten Gebirgsstocke ebenso wie im Engadin und in der Oetzthalergletscher-Gruppe Tyrols 5800 und 6000 Fuss; der regelmässige Charakter dieser Thäler würde nicht vermu-

1) Vergl. die Ansicht des Urbachsattels und des Weissthores auf Taf. XI.

2) Im Mittel der Beobachtungen von Saussure (10553,3') und Forbes (10458,3 P. F.) = 10506 P. F. 3413 M.

then lassen, dass man in gleicher Höhe mit den Bergspitzen an den beiden Rändern des Gebirges steht, wenn nicht die Veränderungen der Vegetation und das allmählige Aufhören der Coniferenwaldungen uns darauf aufmerksam machen würden, dass wir bereits in die oberen, kälteren Schichten der Atmosphäre emporgestiegen sind.

Bei Betrachtung der oft so regelmässigen Formen der Gebirgszüge und Thäler, welche mit gleichem Typus in den verschiedenen Theilen der Alpen wiederkehren, muss sich wohl dem Geologen die Frage nach den Ursachen darbieten, welche diese Erscheinungen und überhaupt die gegenwärtige Gestalt der Erdoberfläche hervorgebracht haben.

Man ist jetzt durch fortgesetzte Untersuchungen zu dem Resultate gelangt, dass dieselben durch innere, aufrichtende Kräfte bedingt wurden, während in früheren geologischen Systemen, z. B. in jenen von Buffon und Werner, die Erosion durch Flüsse und durch heftige Meeresströmungen als die vorzüglichste Ursache der Thal- und Gebirgsbildung angesehen wurde. Aber wie sollte ein Alpenthal von dem Gipfel des Mont-Blanc bis herab nach Chamouni durch die Gewalt des Wassers ausgehöhlt worden sein, wie könnte durch die Erosion jener stete Wechsel von weiten Thalbecken mit schluchtartigen Verengungen hervorgebracht werden?

Das wichtigste Moment zur Untersuchung der Gebirgsbildung ist die Stellung der Felsschichten. Während dieselben in den Ebenen nahezu horizontal ausgebreitet sind, sieht man, dass in den Gebirgen die ursprüngliche Stellung der Schichten verändert ist, und dass sie gegenwärtig steil emporgerichtet sind.

Die Beobachtung dieser Lagerungsverhältnisse hat nicht nur gezeigt, dass die Berge und Thäler durch Hebungen und Senkungen des Bodens entstanden sind, sie hat die Geologen auch zu dem glücklichen Versuche geführt, jene Epoche in der Geschichte unserer Erde festzustellen, während welcher ein bestimmtes Gebirge emporstieg aus der Ebene des flachen Landes oder aus der Tiefe des Meeresgrundes.[1]

Man weiss, dass durchaus nicht sämmtliche Gebirge zu gleicher Zeit entstanden sind, sondern dass im Gegentheile einige schon seit sehr frühen geologischen Epochen inselartig aus dem Meere emporragten, während andere erst in verhältnissmässig neuer Zeit, ja nicht lange vor dem gegenwärtigen Zustande der Erdoberfläche emporgerichtet wurden. Für die Alpen hat sich dabei ergeben, dass die Aufrichtung und Bildung dieses grossen Gebirgssystems in seiner jetzigen Gestalt erst in sehr später Zeit erfolgt war, indem alle Schichten bis auf jene der Tertiärzeit herab hier steil emporgehoben sind, während an manchen anderen Punkten, z. B. in den Vogesen, im Hundsrück und in Nord-England, nur die ältesten Schichten zu Bergketten aufgerichtet sind, hingegen alle neueren von diesen Hebungsprozessen unberührt blieben und horizontal am Fusse der Gebirge abgelagert sind.

1) Vergl. vorzüglich: Ueber das relative Alter der Gebirgszüge von Élie de Beaumont. Annales des sciences naturelles T. XVIII u. XIX, 1829 u. 1830; und Bulletin de la société géologique de France, 1847; ferner sein wichtiges Werk: Notice sur les systèmes des montagnes. 3 Vol. 1852.

Structur und Lagerungsverhältnisse der Centralmassen.

Die crystallinischen Gesteine: Granit, Gneiss und Schiefer, bilden, wie ich bereits früher erwähnte, die Mittelzone und die höchsten Theile der Alpen. Um den inneren Bau dieser interessanten Centralmassen etwas näher zu erläutern, ist in Fig. 3 und Fig. 4 der Tafel V ein Gebirgsdurchschnitt des Mont-Blanc und des Monte-Rosa entworfen. In dem ersteren habe ich mich grossentheils der zuerst von STUDER mit Benützung der Beobachtungen von SAUSSURE, FAVRE[1] und FORBES[2] gegebenen Zeichnung angeschlossen. Die Richtung des Durchschnittes ist von Südosten nach Nordwesten.

Die Gruppe des Mont-Blanc wird von tiefen Thälern und Passeinsenkungen umschlossen, während sich im Innern der Granit und Gneiss (auf dem Profile mit Roth bezeichnet) bis zu dem 14809 Fuss hohen Gipfel erhebt, von welchem die ganze Gebirgsgruppe den Namen trägt. Sehr merkwürdig ist die fächerförmige Stellung der Gneisstafeln. In der Mitte stehen sie vertikal; indem sie sich davon entfernen, nehmen sie stets geringere Neigungen an, bis sie zuletzt mit dem Schiefer und Kalk zusammenstossen, welcher auf diese Weise unter die granitischen Gesteine zu liegen kömmt. Um sich den Grund dieser Erscheinung klar zu machen, muss man annehmen, dass von dem Mittelpunkte der beiden granitischen Massen aus, von dem Mont-Blanc und von den Aiguilles Rouges, ein sehr bedeutender Druck nach den Rändern zu ausgeübt wurde; es mussten dann nothwendig die dazwischen liegenden (mit Blau bezeichneten) Kalksteine abgebogen und gewaltsam zusammengepresst werden. Aus ihnen besteht jetzt die Sohle der beiden Thäler von Chamouni und von Val Ferret, während überall in der Höhe die vertikalen Tafeln des Gneisses und der Granit jene steilen scharfen Felsennadeln bilden, welche nirgends in den Alpen in so grosser Anzahl auftreten. Erst an der Aussenseite der Granitmassen sieht man die Schiefer und Kalksteine in regelmässiger Folge und ungestört über den krystallinischen Gesteinen liegen.

Ganz verschieden gestaltet sich die Structur des Gebirges am Monte-Rosa. Man findet ebenfalls eine centrale Masse aus Gneiss bestehend, aber statt der steilen Stellung und fächerförmigen Anordnung der Schichten am Mont-Blanc zeigt sich hier, wenn man die Lagerungsverhältnisse an verschiedenen Punkten zusammenfasst, in grossartigem Maassstabe eine gewölbeartige Biegung derselben.

Auf der Nordwest- und Westseite des Monte-Rosa, im Wallis, fallen die Gneisslager stets nach Nordwesten und W. N. W., während auf der entgegengesetzten östlichen und südlichen Abdachung, in Piemont, theils Südfallen, theils Südwest- und

---

1) Bulletin de la soc. géol. de France. 2e sér. V. 1848. p. 260 und v. LEONH. u. BRONN's Jahrbuch 1849. S. 39.

2) Travels through the Alps of Savoy. 1845.

Südostfallen herrscht. Diese Bildung des Gebirges kann man allenthalben bis zu den höchsten Gipfeln deutlich verfolgen. Ja, auch noch auf grössere Entfernung in den umgebenden Bergzügen ist die Wirkung dieser gewölbeartigen Biegung der Felsschichten wohl erkennbar. Die Grauen und Grünen Schiefer, welche mit Serpentin rings um den centralen Kern von Gneiss in so interessanten Wechselbeziehungen auftreten, schliessen sich genau an die Fallrichtung der Gneisslager an; ihre Schichten neigen sich ebenso wie diese auf den beiden Abdachungen des Hauptkammes nach entgegengesetzten Richtungen.[1]

Es wäre eine falsche Ansicht, wenn man glauben würde, dass die höchsten Kämme und Gipfel der Alpen immer auf ganz ähnliche Weise durch Granit und Gneiss gebildet sein müssten. Obgleich an manchen Punkten, z. B. in der Gruppe des Finsteraarhorns oder in jener des Gotthard, nach den Beobachtungen der vortrefflichen Schweizer Geologen Studer, Arnold Escher von der Linth und Lardy, analoge Verhältnisse vorkommen, wobei ebenfalls Granit und Gneiss mit steiler, fächerförmiger Schichtenstellung sich zeigen, so setzen doch an anderen Punkten der Alpen, z. B. in den östlichen Theilen von Tyrol und in Kärnthen, zuweilen graue kalkhaltige Glimmerschiefer und Chloritschiefer das Gebirge fast ausschliesslich zusammen, und diese Gesteine findet man noch in den höchsten Theilen dieser Bergzüge, bis zum Gipfel des Grossglockners; während einzelne Gneisspartieen, welche dort auftreten, ohne vorherrschenden Einfluss auf die orographische Constitution des Gebirges sind.

Die Betrachtung der Lagerungsverhältnisse zwischen den krystallinischen Feldspathgesteinen der Centralmassen und zwischen den anstossenden Kalk- und Schiefergebirgen bietet einige sehr wichtige und interessante Erscheinungen dar. Es findet nämlich in mehreren Theilen der Alpen, wie in den Umgebungen der Oisans-Masse im Dauphiné, im Berner Oberlande, in der Gruppe des Mont-Blanc u. s. w. ein theilweises Uebergreifen des Gneisses und des Granites über die Secundär-Gesteine statt. Es muss dasselbe wohl als eine Wirkung des grossen Druckes betrachtet werden, welcher von den inneren Theilen der Centralmassen gegen ihre Ränder hin ausging; auch sehen wir daraus, dass das Hervortreten und die seitliche Ausbreitung dieser Gesteine jedenfalls erst nach der Ablagerung der umgebenden Juraformation stattgefunden haben kann.

---

1) Um die allgemeine Structur der Monte-Rosa-Gruppe darzustellen, konnte der Durchschnitt auf dem Profile (Taf. V Fig. 4) nicht genau auf derselben Linie fortgeführt werden. Von dem Gipfel sollte sich derselbe in das tiefe Thal von Macugnaga herabsenken; um jedoch die regelmässige Folge der Lagerung nicht zu unterbrechen, wurde das Profil über die letzte Spitze des Monte-Rosa, die Vincentpyramide fortgesetzt. Hier schliessen sich nämlich in einem ununterbrochenen Gebirgskamme die Schiefer und Serpentine der piemontesischen Alpen unmittelbar an die centrale Gneissmasse an; ich hatte Gelegenheit bei einem vierzehntägigen Aufenthalte auf einer kleinen verlassenen Erzhütte (der Vincenthütte 9734'), diese Lagerungsverhältnisse an verschiedenen Punkten zu beobachten.

Ich werde versuchen diese Lagerungsverhältnisse und die Contacterscheinungen, von denen sie begleitet werden, durch einige Beispiele zu erläutern.

Im Romanchethale, an der nördlichen Begrenzung der grossen Granit- und Gneissmasse der Oisans,[1] wird bei Villard-d'Areine an den Abhängen auf der linken Seite des Thales der dunkelgraue, sehr häufig schieferige Liaskalkstein, mit Belemniten und Encriniten, von einem feldspathreichen, ziemlich feinkörnigen Gneiss überlagert, welcher grüne Glimmer- und Talkblättchen enthält und zuweilen eine granitische Structur annimmt. Der Kalk ist an den Contactpunkten zum Theil talkiger geworden, zum Theil ist er von Spathadern durchzogen, crystallinischer, härter und weniger dunkel gefärbt; jedoch schon in geringer Entfernung, von 2 bis 3 Metern, sind gewöhnlich diese Veränderungen verschwunden, und es folgen weiter nach abwärts dunkele, schieferige Mergel-Kalke, zuweilen mit festeren und dickeren Kalkbänken wechselnd. Der Gneiss ist in der Nähe des Contactes auffallend verändert, die Bestandtheile desselben werden undeutlicher und in den untersten Theilen geht derselbe in ein theils schieferiges, theils unregelmässig zerklüftetes Talkgestein über, in welchem nicht selten zahlreiche kleine Schwefelkiescrystalle zerstreut sind. Erst in einer Höhe von etwa 3 bis 4 Metern über der Contactlinie tritt der gewöhnliche unveränderte Gneiss auf.

An einigen Stellen werden der Gneiss und der Kalk durch eine Lage von Eisenoxydhydrat getrennt. Dasselbe ist in den Höhlungen und in den Kluftflächen eines sehr porösen und zersetzten quarzreichen Gesteines angesammelt, welches mit Säuren nicht braust. Man kann zuweilen dieses rothbraune Band in wechselnder Mächtigkeit von 8—12 Centimetern ziemlich weit an der Grenze der beiden Felsarten verfolgen. Die poröse Beschaffenheit des Gesteines, welche man hier bemerkt, ebenso wie die Zersetzung des Feldspathes und das vorzugsweise Zurückbleiben der quarzigen Bestandtheile scheinen mir dafür zu sprechen, dass wohl einige der Veränderungen in der mineralogischen Beschaffenheit der Felsarten, zum Beispiel die Ablagerung des Eisenoxydhydrates u. s. w., erst später durch chemische Zersetzungen und durch die Circulation des Wassers entstanden sein oder sich weiter entwickelt haben mögen, um so mehr, da die Wirkungen dieser Agentien durch die Kluftflächen an den Contactpunkten sehr erleichtert wurden. Die Kalkschichten fallen unter der darüberliegenden Gneissmasse ein; ihre Neigung ist in der Nähe des Contactes steiler als in einiger Entfernung davon, was daher zu kommen scheint, dass die zunächst liegenden Schichten am meisten durch den Druck des herübergeschobenen Gneisses nach abwärts gepresst wurden. In den östlichen Theilen der Kalkmasse oberhalb Villard d'Areine war zum Beispiel an jenen Punkten, welche ich zu besuchen Gelegenheit

1) Die geologische Structur dieser Alpengruppe und die wichtigen und mannigfaltigen Contactverhältnisse an den Rändern derselben wurden von Élie de Beaumont auf das sorfältigste untersucht. Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans; in den Mém. pour serv. à une description géologique de la France. T. II. 1834; und Annales des mines 3e sér. V. 1834. p. 3.

hatte, die Neigung der Schichten ganz in der Nähe der Berührungsstellen mit dem Gneisse, 60—73° nach Südosten; 150—200 Fuss tiefer betrug die Neigung nur noch 26—27°, und noch später 10—15°. Die unteren Abhänge des Berges werden vielfach durch ausgedehnte Schutthalden (aus Gneissfragmenten bestehend) der Beobachtung entzogen; es tritt hier bereits das entgegengesetzte Nordfallen, zum Theil Nordwest- oder Nordostfallen, ein, welches in den Bergen auf der rechten Seite des Romanchethales herrscht.

In sehr grossartiger und belehrender Weise sind die Lagerungsverhältnisse zwischen den crystallinischen Gesteinen und zwischen den sedimentären Bildungen im Berner Oberlande aufgeschlossen. Die wiederholten und sorgfältigen Beobachtungen B. Studer's[1] haben gezeigt, dass an der Jungfrau, am Mettenberge, am Wetterhorn, am Urbachsattel u. s. w. einzelne Kalkmassen fast ganz von Gneiss umschlossen werden, dass der Gneiss in das Kalkgebirge oft in mächtigen Keilen eindringt, oder dasselbe in mannigfacher Weise überlagert.

Auch hier sind die Veränderungen der Gesteine an dem Contacte verhältnissmässig nicht sehr bedeutend und im allgemeinen nur auf geringe Entfernung davon beschränkt. Am Urbachsattel zum Beispiel geht der feinkörnige Gneiss in den langen Keilen, welche auf der Passhöhe und weiter nach abwärts an den Abhängen gegen das Urbachthal mehreremale zwischen den Kalk eindringen, an den Berührungsflächen nicht selten in einen quarzreichen Talkschiefer über; der Kalk wird theils crystallinischer, theils talkreicher und magnesiahaltiger; auch bemerkt man in einigen Theilen kleine Ausscheidungen von Eisenoxydhydrat. Diese Veränderungen sind in sehr ungleicher Ausdehnung entwickelt und an einzelnen Stellen kaum bemerkbar.

Die Ansicht des Urbachsattels[2] (Fig. 2 Taf. XI), dürfte theilweise dazu dienen eine Vorstellung von der Art und Weise zu geben, in welcher der Gneiss und der Kalk hier in einander greifen. Die Berge auf der linken Seite der Zeichnung, das Ranferhorn, Tossenhorn u. s. w. bis zur Passhöhe bestehen aus Gneiss, welcher in einem langen mächtigen Keile unter den Kalk eindringt. Der Jurakalk, mit Ammoniten und Belemniten, welcher die steilen Wände des Stellihornes bildet, wird auf dem Gipfel des Berges selbst abermals von einem feinkörnigen Gneisse bedeckt. Die Begrenzung zwischen dem unteren Gneisse und dem Kalke macht sich durch eine kleine Stufe am Fusse der Kalkwände deutlich bemerkbar; die Contactlinie senkt sich gegen Norden herab, was man besonders an der entgegengesetzten, dem Rosenlauigletscher zugewendeten Abdachung des Berges sehr schön beobachten kann; es hängt diese Erscheinung mit dem nordöstlichen und nördlichen Einfallen der Kalkschichten am Stellihorn und an den Engelhörnern zusammen.

1) Sur les coins calcaires intercalés dans le gneiss des Hautes Alpes Bernoises. Bullet. d. l. soc. géol. d. France. Nouv. sér. IV. 1846—1847. p. 208. Geologie der Schweiz. I. 1851. S. 180.

2) Man gelangt über diesen Pass aus dem Urbachthale nach dem Rosenlauigletscher. Die vorliegende Uebersicht desselben wurde von einer Anhöhe oberhalb der Hütten der Laucherlialpe gezeichnet.

Die Schieferungsflächen des Gneisses fallen, wie zuerst STUDER gründlich nachgewiesen hat, überall, sowohl am Tossenhorn, am Urbachsattel als auch in den Ausläufern[1], welche weiter zwischen den Kalk eindringen, nach S. und S. S. O., mit Winkeln von etwa 35—55°.

Sedimentäre Formationen.

An die krystallinischen Gesteine der centralen Gruppen schliessen sich nun allenthalben breite Züge sedimentärer Kalk- und Sandsteinmassen an.

Will man auf eine nähere Untersuchung derselben eingehen, so ist es vor Allem nothwendig, die organischen Reste, die versteinerten Thiere und Pflanzen, zu studiren, welche sich in den verschiedenen Gesteinschichten finden. Man zerlegt nämlich, nach den organischen Einschlüssen, die Gesammtmasse der aus dem Wasser abgesetzten Gesteine in verschiedene grosse Abtheilungen oder geologische Formationen; in jeder derselben sind bedeutende Veränderungen der Thier- und der Pflanzenwelt, und überhaupt des physikalischen Zustandes der Erdoberfläche vor sich gegangen. Die Thiere, welche in den ehemaligen Meeren und Seen oder an ihren Ufern lebten, wurden nach ihrem Tode in die Schlammablagerungen eingeschlossen, die sich fortwährend am Boden der Wasserbecken bildeten, und so blieben ihre festeren Theile, z. B. die kalkigen Schalen der Muscheln und der Schnecken oder die Gerippe der Säugethiere wohl erhalten der Nachwelt aufbewahrt. Indem man die Thiere dieser früheren geologischen Perioden aus dem Innern der Felsschichten hervorzog und dieselben nach dem Vorgange des berühmten CUVIER mit jenen der Jetztzeit zu einem grossen Ganzen vereinigte, erhielt man ein weit vollständigeres System des Thierreiches, in welchem zahlreiche sehr interessante Uebergänge zwischen verschiedenen Thierklassen sich fanden. Ein entsprechendes Resultat ergab sich durch das vergleichende Studium der versteinerten Pflanzen.

In den Alpen hat die Untersuchung dieser Versteinerungen gezeigt, dass viele der Gesteine, welche selbst hohe Ketten zusammensetzen, nur einer ziemlich neuen Epoche in der Bildungsgeschichte unserer Erde angehören, während man noch am Anfange dieses Jahrhunderts, wo die Felsarten hauptsächlich nach den äusseren, mineralogischen und physikalischen Kennzeichen, z. B. nach ihrer Härte, Farbe und Dichtigkeit classificirt wurden, die Alpenkalke und Sandsteine zu den ältesten Formationen, ja theilweise selbst zu dem damals sogenannten Urkalksteine rechnete. Es ist überhaupt eine eigenthümliche, mit der Bildungsgeschichte und Aufrichtung dieser Bergmassen zusammenhängende Erscheinung, dass alle Gesteine hier eine weit grössere Härte und eine mehr crystallinische Beschaffenheit haben, als dieselben Formationen

---

1) Der Wechsel von grösseren Massen oder kleineren Partieen von Kalk mit dem Gneisse, welcher an den Abdachungen des Stellihornes bis zur Sohle des Urbachthales noch mehreremale eintritt, kann auf der Zeichnung nicht mehr gesehen werden.

in kleineren Gebirgen, in welchen nur die älteren, in der Tiefe liegenden Felsarten eine gleiche Zusammensetzung und Structur besitzen. Es war daher von grosser Wichtigkeit, als später, zuerst durch ALEXANDER BROGNIART, BUCKLAND und BAKEWELL, in vielen dieser so harten Kalksteine der Alpen eine bedeutende Anzahl von Thierresten entdeckt wurde, welche sie mit grosser Bestimmtheit und Deutlichkeit genau in dieselbe Entstehungsepoche mit anderen ziemlich neuen Ablagerungen versetzte, die in den Gebirgen Englands und Deutschlands oder in dem grossen tertiären Becken von Paris von sehr wenig festen, thonigen und sandigen Bestandtheilen gebildet werden.

Die grossen geologischen Formationen, welche bis jetzt auf der Erdoberfläche unterschieden wurden, lassen sich auch mehr oder minder vollständig in dem Gebiete der Alpen nachweisen. Das gründliche und vergleichende Studium der organischen Einschlüsse und der Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Schichten-Systeme in den Alpen ist erst seit zu kurzer Zeit begonnen worden, um bereits mit Sicherheit die einzelnen Unterabtheilungen bestimmen und ihre Verbreitung in diesem ausgedehnten Gebiete verfolgen zu können. Jedoch haben die neueren Untersuchungen bereits bewiesen, dass die verschiedenen sedimentären Formationen hier nicht weniger mannigfaltig entwickelt sind, als in anderen Theilen der Erde, und dass man nach denselben paläontologischen und stratigraphischen Principien, welche in einfacheren und regelmässigeren Gebirgssystemen bereits zu schönen Resultaten geführt haben, auch eine bestimmte und klare Uebersicht über die Gliederung der Formationen in den Alpen und über die Hebungsverhältnisse derselben erhalten wird.

Die Uebergangsformation (oder die paläozoischen Bildungen), aus jenen Ablagerungen bestehend, welche in den Meeren der Urwelt erfolgten, nachdem zuerst Thiere auf der Erdoberfläche erschienen waren, ist in der Form schwarzer Schiefer und dunkler Kalksteine ziemlich verbreitet in den östlichen Alpen, in Steiermark und Salzburg, während es sehr auffallend ist, dass sie in den westlichen Alpen noch nirgends aufgefunden wurde. Die Steinkohlenformation, in welcher durch die Anhäufung der Stämme von riesigen Farren, Equisetaceen u. s. w. die grossen Kohlenmassen im Innern der Erde aufgespeichert wurden, ist in den westlichen Alpen, in Savoyen und in der Tarentaise durch ausgedehnte Felsschichten vertreten, welche, wie es scheint, gemäss den darin eingeschlossenen zahlreichen Pflanzenresten wohl zur Steinkohlenperiode gerechnet werden müssen,[1] obgleich die Lagerungsverhältnisse viele Schwierigkeiten und Anomalieen darbieten. Auch in den östlichen Alpen wurde diese Formation neuerdings durch A. VON MORLOT und durch UNGER an einigen Punkten nachgewiesen.[2]

---

1) O. HEER in seiner schönen Bearbeitung der Anthracit-Pflanzen der Alpen (v. LEONHARD u. BRONN's Jahrbuch 1850 S. 657) hat sich, durch viele Vergleiche unterstützt, dafür ausgesprochen, dass diese Schichten zur Steinkohlenperiode gehören; ebenso wie ALEX. BROGNIART (Annales des sciences natur. 1849 p. 298).

2) Vergl. F. v. HAUER, über die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen. Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Februar 1850.

Die dritte grosse Gesteingruppe, jene der Triasperiode, (Bunter Sandstein, Muschelkalk und Keuper) obgleich gegenwärtig in zahlreichen kleineren Partieen aufgefunden, ist vorzugsweise in den südlichen Alpen entwickelt. Aus den Mergeln und Kalksteinen im Fassathale, in den Umgebungen von St. Cassian u. s. w. wurde bereits eine grosse Reihe schöner Petrefakte hervorgezogen, welche diese Schichten als im wesentlichen übereinstimmend mit dem Muschelkalk der deutschen Gebirge darlegte. Diese Gesteine sind hier mit mächtigen Stöcken von Dolomit vereinigt, einer gelblich-weissen Felsart, welche durch ihre bizarren Formen und die ausgedehnten steilen Felswände schon aus weiter Ferne erkennbar ist. Sobald man die Centralkette der östlichen Alpen übersteigt und sich auf der Wasserscheide eines der hohen Tauernpässe befindet, wird man plötzlich überrascht durch die gigantischen kühngeformten Bergmassen, welche sich im Süden erheben.

Das Interesse dieser Gebirge wird erhöht durch das Auftreten von Melaphyr und rothem Porphyr, welche bei ihrer Bildung feuerflüssig waren. Diese Gesteine haben vielfach die geschichteten Formationen durchbrochen, und einen grossen Einfluss auf die Emporhebung und auf die Oberflächengestaltung der südlichen Alpen ausgeübt. Es gehörte das Genie und die Beharrlichkeit des grössten Geologen unserer Zeit dazu, um diese so verwickelten Erscheinungen in ein helles Licht zu setzen. Leopold von Buch, welchem man, seit Saussure die wissenschaftliche Kenntniss der Alpen begründete, die wichtigsten Entdeckungen in der Geologie derselben verdankt, hat zuerst diese Lagerungsverhältnisse klar erkannt und dieselben vom südlichen Tyrol bis an die Ufer des Luganer-See's und des Lago Maggiore verfolgt, in deren reizenden Umgebungen sich die mannigfache Abwechselung der Gesteinarten und das Durchsetzen der Sedimentschichten durch eruptive Porphyre und Melaphyre auf das schönste beobachten lässt.

Die grösste Ausbreitung unter den Sedimentgesteinen der Alpen besitzen jedoch die Jura- und die Kreideformation. Wer sollte bei dem Namen Kreideformation nicht an die weissen Kreidefelsen der Insel Rügen oder an jene der englischen Küste bei Dover denken, deren steile Klippen so schön mit den blauen Fluthen des Meeres, das sie bespült, contrastiren. Aber man darf nicht glauben, dass die Formation überall diese nur äusserlichen Kennzeichen behält. In den Alpen z. B. ist sie häufig aus dunklen sandigen Kalksteinen und aus schwarzen Mergeln gebildet, in denen nichts als die gleichen Petrefakte uns von der Identität mit den schönen Gesteinen der Nord- und Ostsee-Küste überzeugen kann.

Unter den Gliedern der Juraformation sind vorzüglich hervorzuheben: als das unterste, der Lias, welcher in den westlichen und in den östlichen Alpen, obgleich nicht selten mit sehr abweichenden petrographischen und auch paläontologischen Characteren auftritt, und durch das erste Erscheinen der Belemniten, durch Ammonites fimbriatus, A. amaltheus, A. Conybeari u. s. w. bezeichnet wird. Ueber demselben folgen der mittlere Jura (Oolith und Oxford) und der obere (Korallenkalk und

weisser Jura); auch als mittlerer und oberer Alpenkalk, oder als Hochgebirgskalk Escher's bezeichnet.

In der Kreideformation unterscheidet man: das in den Alpen sehr wichtige und verbreitete Neocomien; ferner die mittlere Kreide (Gault und Grünsand, Turriliten-Etage Escher's); und die obere oder weisse Kreide, welche von Studer und Escher als Sewerkalk beschrieben wurde, in den östlichen Alpen als Gosauformation, in den südlichen venetianischen und tyroler Alpen unter dem Namen Scaglia bekannt ist.

Mit diesen Felsmassen nimmt an der Zusammensetzung der hohen Alpenzüge noch das unterste Glied der Tertiärformation, auch Eocenformation genannt, Theil. Sehr bemerkenswerth ist, dass diese letzteren Ablagerungen hier vorzugsweise durch eine grosse Anzahl kleiner Thiergehäuschen, der Nummuliten, charakterisirt werden. Ihr geologisches Alter konnte erst in neuerer Zeit mit Sicherheit festgestellt werden, vorzüglich durch die Bemühungen von Sir Roderick Impey Murchison. Es war dies um so wichtiger, da die eocenen Bildungen in den Alpen eine grosse Ausdehnung besitzen, und zum Beispiel an dem nördlichen Rande derselben oft lange Zeit ohne Unterbrechung hinziehen. Mit dem Nummuliten-Kalksteine und Sandsteine sind als oberste Glieder mächtige, sandige und mergelige Schichten verbunden, Flysch oder Wienersandstein genannt, welche oft zahlreiche Fucoïdenreste enthalten. Die Nummulitengesteine sind nicht nur in den Alpen, sondern auch in den Karpathen und den Apenninen verbreitet, ja sie setzen sich durch Kleinasien bis in die Hochgebirge des Himalaya fort.

Die verschiedenen bis jetzt erwähnten sedimentären Formationen steigen am Rande des Gebirges rasch zu Ketten von 6000 bis 9000 Fuss Höhe empor. Sie werden grossentheils begleitet von kleineren Hügeln, welche der mittleren und theilweise der oberen Tertiärformation angehörend, ein sehr wesentliches Glied des Alpensystemes bilden.

Sie bestehen theils aus feinkörnigen Sandsteinlagern, Molasse[1] genannt, theils aus grossen Conglomeratmassen, d. h. aus Rollstücken, welche durch ein mergeliges und kalkiges Cement, ähnlich wie Bausteine durch Mörtel, zu einem festen und harten Felsen verkittet werden. Am Rigi oder in den Umgebungen von Zürich trifft man allenthalben dieses Gestein, welches mit dem Namen Nagelflue bezeichnet wird.

In den östlichen Alpen setzen die tertiären Gebilde weniger hohe Hügelzüge zusammen, sie füllen ehemalige Meerbusen an den Ufern der älteren Gebirge aus, und es kommen, was im Gegensatze zu den westlichen Alpen sehr wichtig ist, auch in den Thälern im Inneren des Gebirges, z. B. im Gebiete der Mur, noch Ablagerungen der jüngeren Tertiärzeit vor. Wien liegt in einem schönen Tertiär-Becken von grosser Ausdehnung, welches sich auf der einen Seite an die Alpen, auf der

1) Man unterscheidet in der Molasse sowohl Meeres- als auch Süsswasserbildungen.

andern an die Karpathen anlegend, diese beiden in ihrer geologischen Structur ohnedies so analogen Gebirge noch näher verbindet.

In den westlichen Alpen hingegen, in der Schweiz und in Savoyen erlangen die tertiären Gesteine, besonders die so eigenthümliche grobkörnige Nagelflue, eine weit grössere Mächtigkeit; sie bilden theilweise noch selbstständige Bergketten, und einige Punkte derselben, welche sich isolirt gegenüber dem Hauptalpenzuge erheben, gewähren dann, wie der Rigi oder der Hütliberg bei Zürich, eine höchst belehrende und durch ihre Gegensätze so anziehende Uebersicht über die reichen Ebenen am Fusse der Alpen auf der einen, und über die majestätische Reihe der Gipfel des Hochgebirges auf der anderen Seite.

Zwischen den Sandsteinen und Conglomeratmassen finden sich an verschiedenen Punkten zahlreiche Pflanzenreste eingelagert, die Braunkohlen oder Lignite,[1] welche, wie ich kaum zu erwähnen brauche, sehr verschieden sind von den weit älteren Steinkohlen. Diese Braunkohlen-Ablagerungen haben sich gebildet, indem die Bäume jener Wälder, welche auf den Höhen wuchsen, in die Tiefe der Wasserbecken geführt wurden.

Später haben neue Veränderungen der Erdoberfläche jene reiche Vegetation zerstört, und man findet gegenwärtig nur noch in den wärmeren Zonen ähnliche Pflanzenformen. Ihr Vorkommen in den Braunkohlen-Ablagerungen der Alpen beweist, ebenso wie die Arten der Thiere, deren Reste in den Felsschichten eingeschlossen sind, dass damals in diesen Theilen Europa's noch ein wärmeres Clima, ungefähr ähnlich jenem der Tropenländer, geherrscht haben muss.

Die ganze Reihe der Formationen, welche wir so eben in rascher Folge betrachtet haben, ist bei ihrer ersten Bildung, da sie stets durch Absatz der im Wasser schwebenden Theilchen am Boden der Meere entstand, nahezu horizontal aufgeschichtet gewesen.

Wie verschieden ist ihre jetzige Stellung von der damaligen Lage. Die Schichten wurden gehoben, und sie befinden sich in sehr steilen, ja zuweilen fast vertikalen Stellungen; überdies wurden häufig in grossem und kleinem Maassstabe sehr überraschende Biegungen und Faltungen hervorgebracht. Diese merkwürdigen Abwechselung der Schichtenstellung zeigen sich sehr vielfach in den Umgebungen des Vierwaldstädter See's. In Fig. 2 Tafel V ist ein Beispiel derselben gegeben.[2] Schon

---

1) Vergl. L. v. Buch über die Lagerung der Braunkohlen in Europa; Monatsberichte der Berliner Akademie, Nov. 1851.

2) Der Durchschnitt der Gebirge an dem rechten Ufer des Vierwaldstädter Sees ist Murchison's Abhandlung (Quarterly Journal of the geolog. Society 1849. S. 195) entlehnt. Es könnten wohl, wie auch Murchison andeutet, in den oberen Theilen der als Neocomien angegebenen grossen Kalkmassen noch Ablagerungen der mittleren und oberen Kreide vorkommen; da dieselben bis jetzt nicht speciell untersucht und abgegrenzt wurden, so glaubte ich der Uebersichtlichkeit wegen die ganzen Flächen mit derselben Farbe bezeichnen zu dürfen.

Die so merkwürdigen Biegungen und Unregelmässigkeiten in diesem Gebiete wurden sehr sorgfältig

an den Flächen der Bergzüge und an den kahlen Felswänden der Ufer sind hier diese verwickelten Lagerungsverhältnisse erkennbar.

Eine der interessantesten Erscheinungen bemerkt man, wenn man aus den vielfach gewundenen Kalkmassen weiter nach Norden gegen die Nagelfluebänke des Rigi fortschreitet. Man sieht, das diese tertiären Gesteine dem Beobachter entgegen-, also gegen das Innere des Alpenzuges einfallen, wodurch dieselben in ihrem weiteren Verlaufe unter die Kalkberge einschiessen, und so gleichsam ihre Unterlage bilden müssten. Diese Kalklager sind aber auf das entschiedenste älteren Ursprunges als die Gesteine des Rigi; es würde also hier sonderbarer Weise das ältere Gestein über dem jüngeren liegen. Dieselbe Erscheinung kann man in einem grossen Theil der nördlichen Schweiz stets da beobachten, wo die tertiären Gesteine mit den älteren zusammenstossen; ja selbst im Innern der Alpen sind ähnliche unregelmässige Ueberlagerungen durch sorgfältige und wiederholte Beobachtungen an verschiedenen Punkten ausser allen Zweifel gestellt. Sie entstanden dadurch, dass die älteren Formationen durch einen sehr starken seitlichen Druck, welcher theilweise von den granitischen Centralmassen ausging, über die an ihrem Fusse gelagerten jüngeren Gebilde gewaltsam herübergeschoben wurden, so dass die letzteren jetzt auf kurze Distanz unter ihnen liegend erscheinen. Es ist dieses derselbe Druck, dessen mächtige Wirkung sich auch in den zahlreichen Faltungen der Kalk- und Sandsteinschichten geäussert hat.

Jedes Profil, welches man durch die sedimentären Formationen in irgend einem Theile der Alpen zieht, zeigt uns die grossen Veränderungen, welche spätere Hebungen in der gegenseitigen Lage der verschiedenen Schichten hervorgebracht haben. Die Altersbestimmung dieser Kalk- und Sandsteinmassen wird dadurch nicht selten sehr erschwert.

Ich werde versuchen in einigen Bemerkungen über die Umgebungen des Isèrethales eine weitere Erläuterung ähnlicher Lagerungsverhältnisse zu geben. Das Isèrethal durchbricht westlich von Grenoble den ganzen Vorderzug der Alpen und gewährt so ein sehr lehrreiches, natürliches Profil über die gegenseitige Stellung der Jura-, der Kreide- und der Tertiärformation.[1]

Das älteste jurassische Gestein, der Lias, mit Belemniten, Gryphaea cymbium Lam., Spirifer rostratus Schloth., Spir. tumidus v. Buch, Terebratula numismalis Lam.,

von Lusser und neuerdings vorzüglich von Professor Carl Brunner untersucht. Man vergleiche dessen interessante Abhandlung „Ueber die Hebungsverhältnisse der Schweizer Alpen“ mit sehr schönem Profile in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft III. 1851. S. 554.

1) Die Verbreitung dieser Formationen hat Élie de Beaumont auf der schönen geologischen Karte Frankreichs dargestellt; später wurden die geologischen Verhältnisse des Isère-Départements vorzüglich von Gueymard, Scipion Gras, Albin Gras (description des oursins fossiles du département de l'Isère, suivie d'une notice géologique sur les divers terrains de l'Isère 1848) und Lory näher untersucht. (Lory, études sur les terrains secondaires des Alpes dans les environs de Grenoble. Nantes 1846 und Bulletin d. l. soc. géol. de France, 2e sér. Vol. IX. 1851.)

Ter. variabilis SCHLOTH. etc. bedeckt südlich von Grenoble bei La Mure und Peychaguard die Anthracitschiefer, in welchen zahlreiche Kohlenlager abgebaut werden. Die Liaskalke, mit circa 65° nach W. N. W. fallend, bilden die Grundlage der höheren Oxfordschichten an der Porte de France bei Grenoble, welche durch Aptychus laevis latus v. MEYER, Apt. imbricatus v. MEY., Ammonites biplex Sow., Amm. tatricus PUSCH, Terebratula diphya[1] v. BUCH, Belemnites hastatus BLAINV. etc. bezeichnet werden. Diese dunkelgrauen, oft sehr bituminösen Kalksteine voll kleiner weisser Spathadern, zuweilen mit etwas mergeligen Lagern wechselnd, fallen mit 62—65° nach N. 67—75° W., und werden etwas weiter abwärts auf der rechten Seite des Thales, welche wir hier vorzugsweise verfolgen wollen, bei Pont-pique-pierre von den in gleicher Richtung geneigten Schichten der unteren Kreide, des Neocomien, bedeckt. Am Mont-Néron, welcher dem Thale schöne Entblössungen zukehrt, erleiden jedoch die Neocomienschichten eine theilweise muldenförmige Umbiegung, indem sich an dem westlichen Abhange des Berges Südfallen zeigt. Von hier bis zum Rande der Alpen bei Voreppe fallen die Schichten gegen die Axe des Gebirges ein, nämlich nach Süden und Südosten. Noch zweimal tauchen in diesem Profile die Juraschichten auf. Am Mont-Chalais und auf der gegenüberstehenden Seite des Thales bei Aizy ist es ein dunkeler, bituminöser, mehr oder minder crystallinischer Kalk mit Ammonites biplex Sow., Amm. tatricus PUSCH, Belemnites hastatus BLAINV.; während ganz am Rande der Alpen bei La Buisse und Echaillon ein sehr heller, weisser, oft dolomitischer Kalkstein zahlreiche Terebrateln, darunter vorzüglich Terebratula insignis SCHÜBL., Ter. inconstans Sow., Ter. Repeliniana D'ORB.,[2] ferner Ammoniten, Pecten, Nerineen u. s. w. enthält; es könnten diese Schichten wohl zum Coralrag gerechnet werden.

Das Neocomien, welches in diesem Theile der Alpen eine grosse Verbreitung besitzt, zerfällt in eine untere und obere Abtheilung; erstere (von STUDER Spatangusskalk genannt), enthält hier vorzugsweise Toxaster complanatus AGASS. (Spatangus retusus LAM.), Ostrea Couloni D'ORB., Janira atava D'ORB. (Pecten quinquecostatus RÖM. u. LEYMY., Terebratula hippopus RÖM., Dysaster ovulum AG., Pygurus rostratus AG. Die obere Abtheilung, aus hellen, gelblichen Kalksteinen gebildet, wird bezeichnet durch Caprotina (Chama) ammonia D'ORB., Pterocera Pelagi D'ORB., Pterocera Beaumontiana D'ORB., Janira Deshayesiana D'ORB. etc.

Das Neocomien wird an einigen Punkten in den Umgebungen des Isèrethales, z. B. bei Roche-Pleine, noch von wenig entwickelten Schichten der Tuff-Kreide (craie tuffeau) bedeckt. Die tertiären Molasseschichten, welche man in einigen Sei-

1) Ueber die Verbreitung dieser Muschel, gemeinsam mit dem Ammonites tatricus u. s. w. und ihre geologische Bedeutung vergleiche die wichtigen Bemerkungen von LEOP. VON BUCH. (Sur les caractères distinctifs des couches jurassiques supérieures dans le midi de l'Europe. Bull. d. l. soc. géol. de France. 1844—1845. 2e sér. Vol. II. p. 359.)

2) D'ORBIGNY Prodrome de paléontologie stratigraphique. T. II. 1850. p. 25.

tenthälern findet, sind ebenfalls noch deutlich gehoben; sie zeigen hier jedoch gewöhnlich geringere Neigungen als die älteren Formationen.

Die beiden wichtigsten Erscheinungen, welche sich uns bei Betrachtung dieses Profiles darbieten, sind das wiederholte Auftreten derselben Formationsfolge, wobei sich die beiden Abtheilungen des Neocomien auf eine Jurabasis stützen; und die zum Theil muldenförmige Anordnung der Schichtenstellung, indem vom Rande des Gebirges bis zum Mont-Néron die Schichten gegen die Centralaxe des Alpenzuges einfallen, während von dort bis Grenoble das umgekehrte Fallen herrscht. Man wird zur Erklärung dieser Lagerungsverhältnisse wohl am besten annehmen müssen, dass die Schichten durch eine Reihe theils grösserer, theils kleinerer Spalten zerrissen wurden, welche unter sich und zur Hauptrichtung der Alpen mehr oder minder parallel waren; längs dieser Spalten erfolgte dann durch verschiedene, successive Hebungen die Aufrichtung des Gebirges. Nur dadurch dürfte es klar werden, wie mehreremale dieselbe Serie von Formationen hervortreten konnte, und wie dann die Schichten des Neocomien und der Molasse scheinbar unter den später abermals auftretenden Jura einfallen können. Zugleich muss hier eine mächtige Verwerfungsspalte vorausgesetzt werden, welche die regelmässige Fortsetzung der jüngeren Formationen abschneidet. Die Zahl dieser Hebungslinien, welche man trifft, wenn man in verschiedenen Theilen der Alpen einen Querschnitt von den centralen Gruppen bis an den Rand des Gebirges zieht, ist sehr ungleich.

Erratische Blöcke.

Rings um das Alpensystem sind weite Ebenen ausgebreitet, in der Provence, der Lombardei, der Schweiz, in Bayern und Oesterreich, welche erfüllt mit quaternären Geröllmassen und den neueren Alluvionen der Flüsse, Zeugniss geben von der Gewalt der Alpengewässer und von der stets fortdauernden Verwitterung und Zerstörung der Felsen im Innern des Gebirges.[1] Es werden so die Gesteine der hohen Alpenkämme allmählig in die Tiefe geführt, und sie bilden hier an dem Boden der grossen Alpenseen oder längs den Ufern der Flüsse neuerdings horizontale Ablagerungen.

In diesen Ebenen zeigt sich noch eine andere, sehr interessante Erscheinung, nämlich jene der erratischen Blöcke oder der Wanderblöcke.

Es sind dieses meistens grosse scharfkantige Blöcke krystallinischer Schiefergesteine, welche, wie man deutlich nachweisen kann, aus den centralen Alpenketten stammen und jetzt, viele Meilen von ihrem Ursprunge entfernt, allenthalben in dem Innern der Thäler, in der ebenen Schweiz, ja bis weit hinauf an den Abhängen des

1) Ich erlaube mir hier auf die Beobachtungen zu verweisen, welche ich über die Veränderungen der Oberfläche durch Erosion und Verwitterung in Cap. XII. unserer früheren Untersuchungen u. s. w. mitgetheilt habe. Im 4. Theile dieses Buches ist für mehrere dieser Ebenen die mittlere Höhe berechnet.

gegenüberstehenden Juragebirges verbreitet sind. Ihre Lage und ihre scharfen Ecken und Kanten beweisen, dass es auf keinen Fall Flussgerölle im gewöhnlichen Sinne des Wortes sein können.[1]

Charpentier und Agassiz nahmen bekanntlich an, dass diese räthselhaften Blöcke durch ungeheuere Gletscher, die einen grossen Theil der Erdoberfläche bedeckten, an ihre jetzigen Standorte transportirt worden seien. Es lassen sich jedoch gegen eine so bedeutende temporäre Abkühlung der Erdoberfläche, wie sie zum Zwecke dieser Ansicht vorausgesetzt wurde, aus den physikalischen und astronomischen Erfahrungen manche wichtige Bedenken anführen.

Unter den direkten Beweisen, welche man für die frühere Anwesenheit von Gletschern an Punkten, die von der jetzigen Gletscherregion der Centralalpen weit entfernt liegen, aufzustellen suchte, war der bedeutendste das Vorhandensein von glatt abgeschliffenen und mit parallelen feinen Streifungen versehenen Felsen. An den Ufern der Gletscher bemerkt man stets dieses interessante Phänomen. Es wird dadurch hervorgebracht, dass der feine Sand, welcher sich an der Unterfläche aller Gletscher befindet, durch den Druck der grossen Eismassen stark gegen die darunter liegenden Felsen gepresst wird, deren Unebenheiten daher bei der Bewegung des Gletschers abgeschliffen werden müssen, während zugleich der Sand eine Reihe feiner Streifungen, parallel der Richtung der Bewegung, zurücklässt.

Man kann jedoch bei näherer Untersuchung verschiedene andere Ursachen auffinden, welche ebenfalls ähnliche Erscheinungen hervorbringen. Vorzugsweise möchte ich hier hervorheben, dass der Granit und Gneiss der Alpen sehr häufig grosse schalige Absonderungen bildet, welche in verschiedenen concentrischen Lagen sich bedecken.[2] Bei diesen kugeligen Absonderungen zeigen nun alle Schalen, bis auf die tieferen Lagen hinab, an ihrer Oberfläche eine schöne Glättung, welche, wie man deutlich sieht, in diesen Fällen nicht von Gletschern bewirkt sein kann.

Die Glättung scheint vielmehr theils mit der Art und Weise der schaligen Absonderung selbst zusammenzuhängen, theils auch durch eine Verschiebung der einzelnen Schalen entstanden zu sein, wodurch zugleich jene Streifung und jene Ritzen hervorgebracht wurden, welche sich an denselben stets mehr oder minder deutlich beobachten lassen.

Leopold von Buch hat zuerst die Wichtigkeit dieser geglätteten schaligen Absonderungen sowohl in Schweden als in den Alpen gezeigt.[3] In den letzteren lassen sich dieselben allenthalben in den Granit- und Gneissmassen des Berner Oberlandes, ebenso wie in jenen der Savoyischen Alpen und des Monte-Rosa verfolgen. An den kahlen Felsenwänden, in der südlichen Abdachung dieses Gebirgsstockes, sind die

1) Ich darf wohl speciell bemerken, dass es mir hier nur möglich ist einige der allgemeinsten Punkte des so verwickelten Phänomens der erratischen Blöcke zu berühren.

2) Vergl. Cap. IV.

3) Ueber Granit und Gneiss; Abhandlungen der Berliner Akademie für 1842.

Schalen in grossartiger und sehr belehrender Weise dem Beobachter blossgelegt; sie zeigten hier in einigen Bergwerken, noch mehr als hundert Fuss von der Oberfläche entfernt, genau dieselbe merkwürdige Glättung und Streifung, welche an der Aussenseite der Berge und in der Nähe der Eismassen so leicht für die unmittelbare Wirkung der Gletscher gehalten werden könnte.

Betrachten wir nun die Ursachen, welchen überhaupt der Transport erratischer Blöcke zugeschrieben werden kann. Die Gletscher bringen jährlich bei ihrer Bewegung zahlreiche Felstrümmer der Hochregionen in die Tiefe herab. Bedenkt man die Oscillationen, welche diese Eismassen, deren interessante physikalische Erscheinungen zuerst von Charpentier, Agassiz und Forbes specieller untersucht wurden, häufig noch in historischen Zeiten gezeigt haben, so wird es nicht unwahrscheinlich, dass dieselben auch früher bei etwas veränderten climatischen Verhältnissen, bei grösseren Wassermassen in den Umgebungen der Alpen, oder bei vermehrten atmosphärischen Niederschlägen, manchen nicht unbeträchtlichen Schwankungen ihrer Ausdehnung unterworfen sein konnten, wodurch der Transport der Felstrümmer aus den centralen Theilen des Gebirges thalabwärts nicht selten erleichtert werden mochte. Jedoch liegen, wie es scheint, keine direkten sicheren Beweise vor, welche erlauben würden, das so allgemein verbreitete Phänomen der erratischen Blöcke von der Existenz ehemaliger, sehr ausgedehnter Gletscher abhängig zu machen.

Man sieht dagegen noch jetzt, dass bei sehr bedeutenden Anschwellungen des Wassers in den Hochalpenthälern, zum Beispiel durch die plötzliche Entleerung von Gletscherseen, und noch weit mehr bei dem Schmelzen ausgedehnter Schneelager durch vulkanische Ausbrüche, Felsblöcke von überraschenden Dimensionen thalabwärts gefördert werden. Gesellen sich hierzu mächtige Schlammströme, in welchen die grossen Blöcke mit Sand und Schlamm umwickelt sind, so werden auch ihre Ecken und Kanten nur sehr wenig abgerundet. Aehnliche Vorgänge in grossartigem Maassstabe konnten auch häufig in früherer Zeit die Verbreitung der erratischen Blöcke bewirken, wie Leopold von Buch und Elie de Beaumont[1] vielfach nachgewiesen haben.

Sehr wichtig für den Transport erratischer Felsblöcke sind ferner Eismassen, welche auf der Oberfläche von Meeren und Seen oder in grossen Flüssen schwimmend, die Gesteintrümmer unversehrt in weite Ferne tragen können. Noch jetzt wandern zuweilen auf diese Weise an den Küsten der nordischen Meere Felsblöcke von einem Punkte zum anderen; und die schönen Granitblöcke, welche in so grosser Anzahl die norddeutsche Ebene bis an den Rand des Harzes und bis an die Schlesischen Gebirge bedecken, kamen wohl ebenfalls auf mächtigen Eisschollen von der skandinavischen Halbinsel herüber.

Die angeführten Erscheinungen sind nicht nur auf Europa beschränkt, selbst in

1) Vergl. Elie de Beaumont's ausführliche Zusammenstellung in: Note rélative à l'une des causes présumables des phénomènes erratiques. Bull. d. l soc. géolog. de France. 2de sér. T. IV. 1847. p. 1334.

fernen Welttheilen, am Fusse des riesigen Himalaya, ebenso wie in Amerika sind Wanderblöcke bereits nachgewiesen worden.

Wenn ich es gewagt habe in so gedrängter Weise die geologischen Verhältnisse der Alpen zu besprechen, konnte ich nur die hauptsächlichsten Facta ohne deren speciellere Begründung anführen. Ich hoffte, dass auch die wenigen Beispiele, welche zu berühren mir vergönnt war, dazu dienen dürften, auf die interessanten Resultate aufmerksam zu machen, welche die Geologie, obgleich eine der jüngsten unter den Naturwissenschaften, bereits festgestellt hat.

Diese Betrachtungen haben uns gezeigt, wie gross die Veränderungen waren, welche die Erdoberfläche in verschiedenen geologischen Perioden erlitten hat. Wir sahen ferner, dass die sedimentären Ablagerungen zahlreiche Reste von Thieren und Pflanzen früherer Epochen enthalten, welche durch ihre regelmässige Aufeinanderfolge die Vergleichung der Gesteine in entfernten Weltgegenden vorzugsweise erleichtern. Und endlich gewannen wir die Ueberzeugung, dass die Schichten aus ihrer früheren horizontalen Lage gewaltsam entfernt wurden; die sedimentären Bildungen, die krystallinischen Schiefer und die Granitmassen sind zu verschiedenartigen Bergketten, Kämmen und Gipfeln emporgerichtet; so dass die Alpen die grossartigsten und belehrendsten Gegenstände für das Studium der früheren Entwickelungsperioden in der Geschichte unserer Erde darbieten.

CAP. II.

BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE NEIGUNGSVERHÄLTNISSE DER THÄLER, DER BERGABHÄNGE UND DER GIPFEL.

INHALT.

Beschreibung der Apparate und Methode der Beobachtung. Längenprofil der Thäler. Querprofil der Thäler. Vorberge am Rande der Alpen. Gipfel der Hochalpen. Neigung von Felsenwänden und von Schutthalden. Vergleich einiger Beobachtungen aus der Auvergne.

Das Relief und der allgemeine Charakter eines Gebirges werden wesentlich bedingt durch das mehr oder minder rasche Ansteigen der Thalsohlen, durch die Neigung der Berge, welche sich zu beiden Seiten der Thäler erheben, und durch die Gestalt der Kämme und Gipfel. Ich habe mich bemüht eine Reihe von Beobachtungen über diese Neigungsverhältnisse zu sammeln, welche ich hier als einen kleinen Beitrag zur näheren Kenntniss der äusseren Formen des Alpengebirges vorlege.

Wenige Worte werden zur Erläuterung der Apparate genügen, deren ich mich bediente, um die wünschenswerthe Genauigkeit und Sicherheit bei den Neigungsmessungen zu erlangen.

Fig. 5 Taf. V stellt einen Transporteur dar, in dessen Mittelpunkt, in *a*, an einem kleinen Knopfe ein dünner, schwarzer Faden befestigt ist. Auf der Rückseite ist in *b* ein Pendel aufgehängt; durch das Einspielen des Metallfadens *c* auf dem Einschnitte *d* wird die vertikale Stellung des Radius *ab* bestimmt. Um die Neigung eines Bergabhanges zu messen, welcher sich dem Beobachter in seiner Profilansicht zeigt, wird das Instrument in passender Entfernung vom Auge mit beiden Händen emporgehalten[1] und auf die angegebene Weise vertikal gestellt; man bringt nun den Faden *ae* in eine deckende Lage mit dieser Profillinie und liest ihren Neigungswinkel auf der Theilung *fg* ab. Es ist nöthig darauf zu achten, ob man nicht während dieses Verfahrens das Instrument aus seiner vertikalen Stellung verrückt habe; auch muss man sich an einen vor Winden geschützten Platz begeben, um einen ruhigen Stand des Pendels zu haben. Ich überzeugte mich durch

1) Es ist dabei sehr vortheilhaft die Arme auf einen festen Gegenstand zu stützen, um mehr Ruhe und Sicherheit bei der Ablesung zu erhalten.

vergleichende Beobachtungen mit anderen Instrumenten, dass man, bei einiger Uebung und bei Wiederholung der Ablesungen, nach dieser Methode Angaben erhalten kann, die bis auf 1 Grad zuverlässig sind.

Will man das Instrument auch als Anlege-Klinometer zur Bestimmung des Schichtenfallens u. s. w. benützen, so setzt man die Seite kl auf die zu messende Fläche auf, befestigt das Pendel an dem kleinen Knopfe in a, und liest die Neigung auf der Theilung hi ab.

Ein zweiter Apparat war dazu bestimmt die Neigung der freien Gipfel zu messen, deren Contouren ohne die Anwendung eines Fernrohres nicht mehr deutlich und scharf genug sichtbar werden. Ich liess daher mit einem guten FRAUENHOFER'schen Fernrohre die folgende Vorrichtung verbinden.

Es sei in dem hintersten Auszuge des Fernrohres, welcher leicht um seine Axe gedreht werden kann, an der Stelle des Fadenkreuzes ein einfacher Faden als Durchmesser angebracht, während sich an der Aussenseite des Auszuges ein Index befindet, welcher allen Bewegungen der Röhre und des Fadens in ihrem Inneren folgt. An dem zweiten Auszuge, welcher mittelst einer Baumschraube auf einer festen Unterlage aufsitzt, ist ein in ganze Grade getheilter Positionskreis unbeweglich befestigt.

Es wird nun der Faden, der den Durchmesser bildet, vertikal gestellt, und der Index soll zu gleicher Zeit auf einen bestimmten Grad der Theilung, z. B. auf 90° zeigen. Dreht man jetzt den Faden, bis er mit der einen Abdachung eines Gipfels möglichst genau zusammenfällt, so gibt der Index am Positionskreise die Zahl der Grade an, um welche die Röhre gedreht werden musste, das heisst man erhält die Neigung des Abhanges.

Statt des einen Fadens sind auf einem Planglase mehrere parallele Striche einer Micrometertheilung angebracht; da der Winkelwerth der einzelnen Zwischenräume durch die Vergleichung mit einem Theodoliten bestimmt ist, so kann dieses Micrometer zugleich bei anderen Arbeiten als Distanzmesser gebraucht werden.

Die vertikale Stellung der Striche wird durch ihr Zusammenfallen mit dem Faden eines langen Pendels bestimmt, welches in einiger Entfernung an einem Hause oder an einem Baume aufgehängt ist. Man kann jedoch, wenn die Aufstellung eines solchen Pendels nicht wohl möglich sein sollte, die Striche auch nach dem Augenmasse vertikal stellen, wobei durch mehrmals wiederholte Schätzung eine hinreichende Sicherheit erhalten wird; es ist sehr vortheilhaft nach einem anderen Beobachter das Einstellen vornehmen zu lassen.

BESSEL hat, wie ich später erfuhr, eine ziemlich ähnliche Vorrichtung benützt, um bei Sternbedeckungen genau den Punkt des Mondrandes zu bestimmen, an welchem der Austritt eines Sternes erfolgen wird.[1]

Fig. 6 Taf. V ist ein nach der Angabe des Herrn Hauptmann SINECK in Berlin

1) SCHUMACHER's Astron. Nachrichten. Band XVI. 1839. S. 161.

von Örtling verfertigtes Instrument für Absteckung von Horizontalen und Messung der Höhen- und Tiefen-Winkel, welches wir vielfach zu kleinen Winkelmessungen benützten. Um einen Centralstift rotirt ein auf der Kante getheilter Kreis; derselbe erhält durch das Gewicht *a* eine solche Stellung, dass bei horizontaler Lage des an der Aussenseite angebrachten Visionsrohres *bc* der Mittelpunkt des Kreises *d*, der Nullstrich der Theilung und die Visionslinie in einer Horizontal-Ebene liegen. Man sieht nun durch den Schlitz *e* über den Faden bei *f* hinweg nach einem Gegenstande und sieht gleichzeitig durch die Lupe des Rohres die vergrösserte Theilung des Kreises (am Ausschnitte bei *g*). Man kann durch Schätzung sehr gut Viertel-Grade ablesen. Der Kreis befindet sich in einer blechernen Dose, deren Deckel in der Zeichnung abgehoben ist. Um die Neigung eines in der Entfernung sich erhebenden Bergabhanges zu messen, lässt man die Kante des Visionsrohres *bc* mit der Profillinie des Abhanges zusammenfallen, drückt hierauf die Klemme *h* [1] fest an, und liest den Grad der Neigung an der Theilung ab.

Die mittlere Neigung der Abdachung eines Berges kann auch bestimmt werden aus der Höhendifferenz zwischen dem Fusse und dem Gipfel desselben, und aus der Horizontaldistanz dieser beiden Punkte auf genauen und ausführlichen Karten. Heisst man die Horizontaldistanz a, die Höhendifferenz h, und den gesuchten Winkel x, so erhält man $\log. a - \log h = \log. \text{cotang}. x$. Ich habe einigemale versucht auf diese Weise die mittlere Neigung der Thalgehänge u. s. w. zu berechnen, welche ganz gut mit den Messungen dieser Neigungen nach den oben angegebenen Methoden übereinstimmte. Ich zog gewöhnlich die letzteren vor, weil sie unmittelbar, ohne weitere Rechnung, die Neigungen ergaben; auch fehlen in den Alpen theils die grosse Zahl hypsometrischer Bestimmungen, theils auch die in grösserem Massstabe ausgearbeiteten Karten, welche zur sicheren Berechnung der Neigungen erforderlich wären.

Bei der Messung von Neigungsverhältnissen ist es nöthig einen passenden Standpunkt zu wählen. Er muss so gelegen sein, dass er eine möglichst richtige und scharfe Profilansicht des zu messenden Bergabhanges biete, frei von parallaktischen Verschiebungen; auch muss man mit Rücksicht auf die allgemeine orographische Gestaltung des Gebirges eine Abdachung auswählen, welche am besten die mittlere

---

1) Durch die Schraube *i*, die sich in der Abbildung neben der Klemme befindet, kann die Klemme während des Transportes niedergedrückt und dadurch der Kreis unbeweglich gemacht werden.

An jener Stelle des beweglichen Kreises, welche vom Nullstrich der Theilung um 180° entfernt ist, befindet sich ein 2ter Nullstrich. Er dient dazu die richtige Anheftung des Gewichtes *a* zu controlliren; es wird dabei das Instrument so gehalten, dass jene Fläche, welche gewöhnlich gegen die linke Hand des Beobachters gerichtet ist, nun gegen die rechte Hand gerichtet wird. Es muss sowohl der Nullpunkt der Theilung als der gegenüberstehende 2te Nullstrich in beiden Fällen an einer gegenüberstehenden Verticalen genau an der gleichen Stelle einschneiden, wenn das Gewicht *a* richtig angeheftet ist.

Auch die früher für das Porrhometer angegebenen Winkel (Unters. S. 50) können mit Vortheil auf derjenigen Seite des Kreises angebracht werden, welche den Verificationsstrich trägt.

Neigung eines Berges ausdrückt. Die Neigung einer Kante kann man nur dann aus der Entfernung richtig messen, wenn sie in einer Ebene ist, welche rechtwinkelig auf der Visionslinie steht. Man wird ohnehin unwillkürlich nur jene Linie in Beziehung auf ihre Neigung untersuchen, welche vom Firmamente oder von weiter rückwärts liegenden Bergen, nicht aber von Theilen desselben Berges begrenzt wird. Allein dessen ungeachtet können durch die unregelmässige Gestalt der Berge und durch einzelne weiter hervortretende Theile derselben parallaktische Verschiebungen entstehen, welche bewirken, dass selbst diese Linie nicht in der geforderten Ebene (rechtwinklig auf die Visionslinie) liegt, sondern entweder vor oder auch hinter derselben. In einzelnen Fällen können dadurch allerdings Fehler entstehen; aber sie werden bei einiger Vorsicht nie sehr bedeutend werden, und werden fast ganz verschwinden, wenn die Entfernung des Beobachters im Verhältnisse zu den Abweichungen des Bergdurchschnittes von der regelmässigen Gestalt eines Kreises oder einer Ellipse sehr bedeutend ist.

Um ähnliche Verhältnisse leichter überblicken und beurtheilen zu können, ist es sehr vortheilhaft die Beobachtungen von einem höheren Punkte aus zu machen.[1] Das Gebirge stellt sich hier dem Beobachter in weit grösserer Regelmässigkeit dar, und man erkennt deutlicher die wahren typischen Formen desselben.

Den Grad der Zuverlässigkeit der einzelnen Beobachtungen habe ich öfter dadurch geprüft, dass ich dieselbe Abdachung eines Berges von verschiedenen Seiten aus mass.

Die Neigung der freien Gipfel wurde theils aus grösserer Entfernung, von anderen hoch gelegenen Punkten aus mit dem Positionskreise am Fernrohre gemessen, theils in ihrer näheren Umgebung, auf den Firnmeeren der Gletscher, mit dem kleinen klinometrischen Apparate oder mit dem Sineck'schen Höhenkreise bestimmt.

Neigung des Längenprofiles der Thäler.

Die Angaben über die Neigungen der Thäler in den verschiedenen Stufen ihrer Entwickelung, welche die folgende Tabelle enthält, wurden aus den Höhendifferenzen der wichtigsten Punkte und aus ihren horizontalen Entfernungen auf genauen Karten abgeleitet. Es sind in Klammern jene Orte beigefügt, welche den angeführten Höhen am meisten entsprechen. Ich habe mir der Vollständigkeit wegen erlaubt einige Zahlen aus unserem früheren Buche in diese Tabelle wieder aufzunehmen.

---

1) Vorzüglich sind es die Thalwände, welche, von unten gesehen, ihre Gestalt sehr verändern; diese wurden daher gewöhnlich nur von höheren, vorspringenden Punkten aus gemessen, die einen freien Ueberblick der beiden Seiten des Thales gewährten.

Isarthal am Nordabfalle des Kalkalpenzuges

940′ bis 1500 P. F. von der Mündung in die Donau bei Deggendorf bis München	0° 4′ 30″
1500′ bis 2000′ von München bis Länggries	0° 10′
2000′ bis 3000′ von Länggries bis oberhalb Scharnitz	0° 25′ 30″
3000′ bis 3600′ von der Scharnitz bis zur Alpenhütte Im Kasten .	1°
3600′ bis 5700′ von Im Kasten bis zum Haller-Anger (Ursprung der Isar)	9°

Hallerthal am Südostfalle des Kalkalpenzuges

1700′ bis 4500 P. F. von Hall im Innthale bis zum Bergwerksgebäude	8°
4500′ bis 6400′ vom Hallersalzberge bis zum Lafatschjoch . . .	12°

Fuschthal in den Salzburger Alpen.

2200′ bis 2500 P. F. vom Eingange des Thales bis zum Dorfe Fusch	0° 30′
2500′ bis 4000′ von Fusch bis oberhalb Fehrleiten	4°
4000′ bis 7500′ vom Becken von Fehrleiten bis zum Kamme . . .	12°

Möllthal in Kärnthen.

1700′ bis 3000 P. F. von Möllbruck bis Mörtschach	0° 30′
3000′ bis 4000′ von Mörtschach bis Heiligenblut	2°
4000′ bis 6000′ von Heiligenblut bis zur Margaritze	7°
6000′ bis 10000′ von der Margaritze bis zu den Todtenlöchern; die ganze Länge des Parterzengletschers umfassend	9°

Oetzthal in Tyrol.

2000′ bis 4000 P. F. von Oetzbruck bis Sölden	1° 10′
4000′ bis 6000′ von Sölden bis Rofen	2°
6000′ bis 9000′ von Rofen bis zum Hochjoch	6°

Vispachthal im Wallis.

2000′ bis 5100 P. F. von Vispach bis Zermatt	1° 44′
5100′ bis 10300′ von Zermatt bis zum Matterjoch	12°

Lysthal in Piemont.

1200′ bis 4200 P. F. von Pont St. Martin bis St. Jean de Gressoney	3°
4200′ bis 6200′ von Gressoney bis zum unteren Ende des Lysgletschers	3° 20′
6200′ bis 11500′ vom unteren Ende des Lysgletschers bis zur oberen Begrenzung seiner Firnmulden am Lyskamme	13° 30′

Val Tournanche in Piemont.

1600′ bis 4500 P. F. von Chatillon bis Val Tournanche	3° 30′
4500′ bis 6000′ von Val Tournanche bis unterhalb Breuil	4°
6000′ bis 10300′ von Breuil bis Matterjoch	22°

Isèrethal in Savoyen.

1500′ bis 2500′ P. F. von Moutiers bis Bourg St. Maurice . . .	0° 47′
2500′ bis 5000′ von St. Maurice bis Les Tignes	2° 37′
5000′ bis 8600′ von Les Tignes bis zum Col du Mont-Iséran . .	6° 30′

Es wird in diesen Thälern wie überhaupt in allen Thälern der Alpen die mittlere Neigung um so grösser, je mehr man sich dem oberen Ende derselben nähert. Diese Zunahme der Neigung zeigt sich am raschesten und am bedeutendsten in den höheren Theilen der Thäler.

Der stärkere Fall, welcher im allgemeinen den gegen Süden gerichteten Abdachungen der Alpenketten im Gegensatze zu jenen auf der nördlichen Seite eigen ist, macht sich sehr deutlich bei der Vergleichung des Val Tournanche- und des Lysthales mit dem Vispachthale, und des Haller- mit dem Isarthale bemerkbar.

Die kleineren secundären Querthäler unterscheiden sich gewöhnlich durch ein weit rascheres Gefälle von den grösseren und regelmässigen Querthälern, welche vorzugsweise in der obigen Tabelle berücksichtigt sind. Man erhält bei secundären Querthälern nicht selten 8 bis 10° als mittlere Neigungen für die ganze Längenentwickelung derselben (von etwa 1 — 2 Meilen).

In den Längenthälern ist die Neigung der Thalsohlen weit geringer als in den Querthälern; in den unteren Stufen ihrer Entwickelung beträgt dieselbe häufig nur 1° 15′ bis 0° 45′, sie wird jedoch ebenfalls in den höheren Theilen stärker. In dem Aostathale zum Beispiel ist die Neigung des sehr regelmässigen, weiten Thales zwischen Chatillon und Aosta (1600 bis 1900 F.) 0° 13′, zwischen Aosta, Derby und Morgex circa 1° 45′, und erst weiter aufwärts gegen Courmayeur und von hier in dem Thale der Allée-Blanche bis zum Col de la Seigne (7786′, 2529^{m}) treten mittlere Neigungen zwischen 3° und 6° ein.

In Beziehung auf die allgemeinen Verhältnisse der Thalbildung erlaube ich mir auf eine frühere Abhandlung[1] zu verweisen. Ich habe in derselben versucht die Formen der Thäler und der Gebirgszüge, welche sich sowohl in den östlichen als in den westlichen Alpen in ganz gleicher Weise zeigen, und die Ursachen ihrer Entstehung etwas näher zu betrachten.

Die Beobachtungen über die Neigungsverhältnisse der Thalgehänge, der Berge und der Gipfel u. s. w. sind in den Tabellen am Schlusse dieser Abhandlung zusammengestellt. Ich werde versuchen hier einige der allgemeineren Resultate hervorzuheben, welche mir aus denselben hervorzugehen scheinen.

1) Untersuchungen u. s. w. Cap. IX und Poggendorff Annalen der Physik Band LXXXI. 1850.

Querprofil der Thäler.

Der grosse Unterschied, welcher zwischen den Thälern der Alpen und zwischen jenen in kleineren, regelmässiger gebildeten Gebirgen, oder zwischen den Erosionsthälern bedeutender Flüsse besteht, macht sich in ihrer äusseren Erscheinung nicht nur durch die grössere Tiefe, sondern auch durch die weit mannigfaltigeren und verwickelteren Formen der Alpenthäler bemerkbar. Ihr Querprofil erleidet dadurch manche Unregelmässigkeiten, welche die Beobachtungen über die mittlere Neigung der beiden Seiten des Thales erschweren.

Man muss dabei vorzüglich berücksichtigen, dass nicht immer die Längenthäler oder die grösseren Querthäler seitlich unmittelbar von den Hauptkämmen und Gipfeln begrenzt werden. Diese letzteren erheben sich nicht selten erst in ziemlicher Entfernung von der Thalsohle; diese wird dann durch die Endabdachungen kleinerer Bergzüge eingeschlossen, welche von den Hauptkämmen auslaufen.



In der beistehenden Figur ist eine ideale Darstellung eines solchen Thales gegeben. Auf der Seite *ab* reicht eine regelmässige Abdachung von dem Kamme bis zur Thalsohle herab; auf der gegenüberstehenden Seite hingegen kann nur der Abhang *cd* als die Begrenzung des Thales betrachtet werden, und eine Linie von dem Gipfel *e* zur Thalsohle bei *c* würde offenbar eine falsche Neigung ergeben. Zwischen diesen secundären Kämmen *(cde)*, welche sich zur Seite mancher Thäler in ziemlich grosser Anzahl und Ausdehnung befinden, sind dann kleinere Querthäler verzweigt.[1]

Man sieht aus den Beobachtungen, welche in der ersten Tabelle vereinigt sind (S. 138), dass die Abhänge zu beiden Seiten der Thäler in den häufigsten Fällen eine Neigung von 30° bis 35° haben, so dass die Thäler unter einem Winkel von 120° bis 110° gegen den Himmel geöffnet sind. Selbst in den bedeutenden Verengungen, welche zuweilen in den Querthälern vorkommen, scheint die mittlere Neigung der beiden Seiten nur selten 40° zu übersteigen. In den weiten Längenthälern und am Rande der Alpen, wo die Berge niedriger werden,

1) Darstellungen solcher Thalformen finden sich auf folgenden Tafeln des Atlas: Taf. VII. Ansicht des Alpenzuges vom Mont-Cervin bis zum Mettelhorn. Tafel XIII. Das Gressoneythal und der Lyskamm. Vergl. auch Untersuchungen u. s. w. Taf. VI. Uebersicht des Venterthales.

und zugleich die Thäler eine bedeutende Breite erlangen, beträgt die Neigung der Thalgehänge oft nur 28°, 25° oder 20°.[1]

Élie de Beaumont hat bereits früher in einer sehr interessanten Zusammenstellung darauf aufmerksam gemacht, dass im allgemeinen die beiden Seiten der Thäler geringe Neigungen zeigen,[2] während durch eine gewöhnliche optische Täuschung die Thäler auf den Beschauer den Eindruck tiefer Spalten hervorbringen, welche von steilen Wänden eingeschlossen wären.

Die bedeutende Erweiterung der Thäler in den oberen Theilen ihres Querprofiles ist zugleich für die Climatologie der Alpen von grossem Einflusse. Es bewegt sich in diesen breiten Furchen eine bedeutende Luftmasse und es werden dadurch die Wechselbeziehungen zwischen der Temperatur der Atmosphäre und jener des festen Gesteines mannigfach modificirt. Auch für pflanzengeographische Betrachtungen kann es von Nutzen sein, wie wir später sehen werden, eine genaue Vorstellung von den Neigungsverhältnissen der Abhänge, ihrer dadurch bedingten Besonnung bei verschiedener Exposition u. s. w. zu besitzen.

Vorberge am Rande der Alpen. (5000'—7000'.)

Die mittlere Neigung dieser grossentheils mit Vegetation bekleideten Berge, welche aus Kalksteinen, Mergeln und Sandsteinen von sehr wechselnder petrographischer Beschaffenheit bestehen, stimmt im allgemeinen mit jener überein, welche wir für das Querprofil der Thäler erhalten haben. **Die häufigste Neigung ihrer Abhänge, von dem Fusse der Berge bis zu den Gipfeln hinauf, ist 30° bis 35°.**

Nur zuweilen treten Felsenhörner auf, wie der Grosse Mythen, das Stockhorn bei Bern, das Ettaler Mändl bei Ammergau u. s. w. Das obere Ende solcher Felsenhörner ist meistens breit abgestumpft, und wird von steileren Wänden, mit einer Neigung von 60—70°, umschlossen.

Gipfel der Hochalpen.

Betrachtet man in Beziehung auf ihre äussere Form die freien Felsengipfel, welche sich mehr oder minder über die umgebenden Kämme erheben, so bemerkt man, **dass hier die mittleren Neigungen durchgängig weit bedeutender**

---

1) Da ich bei meinen Beobachtungen vorzüglich suchen musste die Maxima der Neigung kennen zu lernen, welche das Querprofil der Thäler zeigen kann, so kommen, wie ich später bemerkte, in der Tabelle die regelmässigen Thäler, mit sanfteren Abdachungen, weniger **häufig** vor, als es bei einer **gleichmässigeren** Berücksichtigung der verschiedenen Arten der Thäler der Fall gewesen wäre.

2) Société philomatique de Paris, séances du 29 juillet et du 26 août 1843; mitgetheilt in L'Institut, journal universel des sciences etc. XI. 1843. S. 293 u. 304. Ein Auszug davon befindet sich in Leonhard's und Bronn's Jahrbuch. 1844. S. 103.

Aus den Alpen führt Élie de Beaumont speciell das Chamounithal und das Thal der Allée-Blanche an.

sind, als an den Thalgehängen. Die Gipfel der Berner Alpen, des Monte-Rosa, des Mont-Blanc oder des Monte-Viso fallen im Mittel nach allen Seiten mit Neigungen von 45° bis 50° ab; ziemlich häufig findet man selbst 55° bis 60°. Die steilsten Abdachungen, von 70° bis 80°, kommen vorzüglich an schmalen Felsennadeln vor; zum Beispiel an den Aiguilles des Mont-Blanc, welche aus fast vertikal stehenden Granittafeln bestehen, oder auch an einigen Spitzen des Monte-Rosa u. s. w. (an welchen jedoch die Glimmerschieferschichten nur mit 15—20° geneigt sind). Es scheint, dass die gegenwärtige Form dieser obersten Felsgipfel vorzugsweise durch die Verwitterung und durch die Zertrümmerung des Gesteines bei dem Eindringen und Gefrieren des Wassers bedingt wird.

Die Gipfel der Alpen sind bekanntlich nur Theile der Kämme, welche theils in den höchsten Thälern als die Begrenzung der verschiedenen Firnmeere zwischen den Schneemassen hervorragen, theils unmittelbar den unteren, breiten Bergrücken aufgesetzt sind. Diese Kämme zeichnen sich, ebenso wie die Gipfel selbst, im allgemeinen durch ihre grössere Steilheit im Gegensatze zu den sanfter geneigten Bergabhängen aus, welche die Thäler einschliessen.[1] Ein ideales Querprofil der Bergketten, welches von den Kämmen und Gipfeln über die unteren Abhänge bis in die Thäler, am Fusse des Gebirges, herabreicht, zeigt also in den oberen Theilen eine stärkere Neigung als in den unteren, ebenso wie es bei dem Längenprofil der Thäler der Fall ist.

Man erhält in beiden Fällen eine nach aussen concave Curve; das Verhältniss des sanfter ansteigenden zum steileren Theile ändert sich dabei nach der Breite und Höhe der Gebirgszüge je nach der verschiedenen Längenentwickelung eines Thales.

Das Auftreten von schmäleren Kämmen und von Gipfeln wird sehr häufig erst bei einer bestimmten Höhe vorherrschend. Es wird dadurch nicht nur der Charakter und die äussere Gestaltung eines Gebirges oberhalb dieser Grenze zwischen den Kämmen und den flacheren Abhängen sehr verändert, sondern es fällt mit dieser Grenze zugleich eine sehr merkliche Veränderung in der Massenabnahme zusammen. Gerade in ihrer Nähe wird der Unterschied zwischen der Masse festen Gesteines in den oberen und den tieferen Theilen eines Gebirges am entschiedensten hervortreten. Denkt man sich in gleichen Höhenabständen Ebenen parallel mit der Oberfläche der Erde durch ein Gebirge gelegt, so wird der Unterschied in der Menge des festen Gesteines, welches zwei sich folgende Ebenen durchschneiden, für jene beiden Ebenen am grössten sein, welche gerade diese Grenze der Kämme und der flacheren Abhänge zwischen sich einschliessen. Für die physikalische Geographie

1) Das Gabelhorn, auf Taf VII, dürfte als Beispiel für die Art und Weise angeführt werden, in welcher diese Kämme und Gipfel mit den tieferen, sanfter abgedachten Bergmassen verbunden sind. Auch auf Taf. VI der früheren Untersuchungen „Uebersicht des Venterthales" lässt sich die stärkere Neigung der Kämme und Gipfel im Vergleiche mit den Thalgehängen leicht erkennen.

ist es in vieler Beziehung von Wichtigkeit[1] die Höhe dieser Grenze etwas näher kennen zu lernen.

Obgleich die Lage derselben, wie natürlich, manchen Unregelmässigkeiten unterworfen ist, so lassen sich doch bei einer allgemeinen Betrachtung einige mittlere Werthe auffinden. Ich glaube nach mehrfach wiederholten Beobachtungen und Vergleichungen die folgenden Zahlen mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen zu können.

In den höchsten Gruppen der Kalkalpen am Nordwest- und Westrande des Gebirges, bei einer Gipfelhöhe von 9000 bis 10000', liegt die Ebene, oberhalb welcher die steilen, schmalen Kämme und Gipfel in grösserer Anzahl aufzutreten beginnen, so dass hier die rascheste und bedeutendste Veränderung in der Gesammtmasse des Gebirges stattfindet, bei	5500 bis 6000 P. F.
In den Central-Alpen von Tyrol, im Berner Oberlande u. s. w., bei einer Gipfelhöhe von 12000 bis 13000' liegt diese Grenze bei	7000 bis 7500'
In den hohen Gebirgsmassen von Wallis und Savoyen, am Monte-Rosa und am Mont-Blanc befindet sich dieselbe bei .	8000 bis 8500'

Felsenwände, welche bisweilen in ziemlich bedeutender Ausdehnung den regelmässigen Verlauf der Abhänge unterbrechen, zeigen dann zugleich die auffallendsten Ausnahmen von den gewöhnlichen Formen und Neigungsverhältnissen.

Die Beispiele, welche ich über den Grad der Steilheit derselben gesammelt habe, lassen erkennen, dass die mittlere Neigung von 1000 bis 5000' hohen Wänden gewöhnlich 60° bis 65° nicht übersteigt; nur selten kommen Neigungen von 70° bis 75° vor, während einige der steilsten Stellen als Maximum 80° bis 85° auf sehr geringe Ausdehnung zeigen.[2]

Schutthalden.

In Tabelle V sind einige Angaben über ihre Neigungsverhältnisse zusammengestellt. Bekanntlich hat zuerst Élie de Beaumont,[3] und später Leblanc,[4] sehr

---

1) Vergl. hierüber die allgemeine Darstellung der physikalischen Verhältnisse der Alpen, in der vierten Abtheilung dieses Buches.

2) Die steile Aufrichtung der Schichten am Mont-Blanc bewirkt zuweilen, dass an manchen Stellen, wo durch die Verwitterung einzelne Lagen von Schichten blossgelegt werden und zahnartig hervorstehen, senkrechte, selbst überhängende Flächen auftreten; doch sind solche Formen verhältnissmässig sehr selten, und auch ihre Grösse ist nie sehr bedeutend.

3) Recherches sur le Mont Etna; in dem vierten Bande der Mémoires pour servir à une description géologique de la France par Dufrénoy et É. de Beaumont. pag. 208.

4) Leblanc, sur le maximum d'inclinaison des talus dans les montagnes. Bull. d. l. société géolog. de France XIV. p. 85. 1843.

sorgfältige und zahlreiche Messungen über die Neigung der Schutthalden und Schuttkegel zusammengestellt.

Es sei mir erlaubt hier ein Beispiel für den Nutzen anzuführen, welchen ähnliche Angaben bei der Beurtheilung mancher geologischen Erscheinungen haben können. Kleine Alpenbäche bewirken, zur Zeit des Hochwassers anschwellend, starke Erosionen in den Schutt- und Geröllmassen, welche in grosser Mächtigkeit in den Schluchten und Seitenthälern des Gebirges aufgehäuft sind. Diese Erosionen, welche zuweilen Tiefen von 50—100′ erreichen, nehmen stets in den oberen Theilen ihres Querprofiles bedeutend an Weite zu, während sie in der Tiefe so schmal werden, dass gewöhnlich der kleine Bach allein die ganze Breite der Thalsohle ausfüllt. Man könnte geneigt sein, diese Form der Erosionsschluchten für die Folge früherer grösserer Wassermassen zu halten, welche die Breite der oberen Theile bedingt hätten; man bemerkt jedoch bald bei näherer Beobachtung, dass die beiden Seiten eine sehr gleichmässige und bestimmte Böschung besitzen (30—35°), und dass dieselbe genau der Neigung entspricht, unter welcher sich überhaupt ähnliche Schuttmassen, ohne abzugleiten, erhalten können.[1] Die Breite der Furche an ihrem oberen Rande steht also in genauem Verhältnisse zur Tiefe der Erosion. Es müssen bei vermehrter Tiefe nothwendig Abrutschungen an den beiden Seiten stattfinden, um das Gleichgewicht in der Lage der Geröllmassen wieder herzustellen; und es wird dadurch die Entfernung zwischen den oberen Rändern des kleinen Thales immer mehr vergrössert.[2] Nach heftigen Regengüssen, wenn die angeschwollenen Bäche ihr Bette wieder tiefer in die Schuttmassen eingegraben haben, kann man sehr leicht unmittelbar Zeuge dieser Vorgänge sein.

Die wenigen Beobachtungen aus der Auvergne, welche ich am Schlusse der Tabellen noch beifügte, lassen erkennen, dass die regelmässige Neigung der Eruptionskegel und der trachitischen Dome in ihren oberen Theilen 30°, weniger häufig 35° beträgt, ebenso wie es nach Élie de Beaumont auch am Vesuv, am Aetna u. s. w. der Fall ist. Es zeigen demnach in den vulkanischen Gebirgen selbst die höchsten Theile, die freien Gipfel erst jene Neigung, welche in den Alpen den Thalgehängen eigen ist.

Die Formen der Vulkane haben unter sich grosse Aehnlichkeit. Auch die Abdachungen sind gewöhnlich sehr regelmässig und gleichförmig; sie unterscheiden sich in dieser Beziehung sehr wesentlich von den viel mannigfaltigeren und weit öfter unterbrochenen Formen der Abhänge in den Alpen.

1) Nur die Schuttkegel auf Gletschern zeigen bisweilen weit stärkere Neigungen, selbst bis 60°; doch treten diese steilen Neigungen nur dann ein, wenn die Lage der Gesteinfragmente auf den Wänden des Eiskegels nicht sehr mächtig ist. In diesem Falle ruhen nämlich die einzelnen Stücke auf Vorsprüngen von Eis, die sich bei dünner Bedeckung sehr bald in Folge des ungleichen Schmelzens bilden.

2) Durch die Wirkung des Regens u. s. w. entstehen abermals kleine Erosionen an den Seiten der Schluchten; die Neigung derselben wird daher besonders in den oberen Theilen nicht selten noch etwas geringer, als es die im Texte angeführte allgemeine Ursache bedingen würde.

ZUSAMMENSTELLUNG DER NEIGUNGSMESSUNGEN.

Die Orte folgen sich im allgemeinen von Nordosten nach Südwesten.

I. QUERPROFIL DER THÄLER.

Loisach-Thal, bei Oberau und Eschenlohe, an einer weiten Stelle des Thales; vom Kramerberg aus gemessen (im Jura-Kalk).

Rechte Seite . . . . 30°—33°

Sehr regelmässige Abdachung der Osterfeuerspitze . . . . . . 31°

Linke Seite . . . . 28°—29°

Mittlere Neigung der beiden Seiten des Thales zwischen Garmisch und Oberau aus den Dimensionen der Generalstabskarte von den Höhen abgeleitet . . . . 27°—31°

Isar-Thal, zwischen Wallgau und Vorder-Riss; vom Kramerberge gemessen; (im Jura-Kalk).

Rechte Seite . . . . 30°

Rain-Thal, südlich von Partenkirchen; bei der vorderen Blauen Gumpe, wo dieses Querthal von den Felsmassen des Hohen Gaif und des Rainthaler Schrofen eingeengt wird; (im Oberen Alpenkalk).

Rechte Seite, Mittel . . . . 35°—37°

An steileren Stellen, nicht selten . . . . 40°—45°

Neigung der steilsten Wände des Hochwanner . . . . 70°—75°

Linke Seite, mittlere Neigung von den Kämmen bis zur Thalsohle herab 38°

Justi-Thal (Cant. Bern), vom Thunersee aus gemessen.

Mittlere Neigung der beiden Thalwände . . . . 35°

Dieses Thal mit antiklinaler Schichtenstellung an den beiden Seiten durchsetzt das Gebirge von Nummulitenkalk bis zum Neocomien hinab.

Thal der Schwarzen Lütschine, an einer sehr engen Stelle zwischen Zweilütschinen und Grindelwald.

Beide Seiten . . . . 35°—37°

Visper- oder Nicolai-Thal. (Wallis.)

A. Zwischen Stalden und St. Nicolas, an einer sehr engen Stelle; (in Glimmerschiefer.)

Rechte und linke Seite . . . . 40°

B. Etwas unterhalb Randa (im Gneiss), vom Riffelberge aus gemessen.

Rechte Seite; mittlere Neigung . . . . 35°

„ „ obere Theile . . . . 20°—25°

„ „ unterer Theil . . . . 40°

Linke Seite . . . . 35°—40°

Quarazza-Thal, (Piemont) von den Abhängen des Turlo aus gemessen; (im Gneiss.

Rechte Seite; mittlere Neigung . . . . 33°

Linke Seite; unterer Theil . . . . 38°—40°

" " obere Theile, welche sich an den Kamm des Pizzo Bianco anschliessen . . . . 23°

Sesia-Thal, zwischen Alagna und Riva; von den Abhängen des Ollen gemessen; (in den Grauen und Grünen Schiefern).

Linke Seite; mittlere Neigung . . . . 35°

" " steilere Abdachungen mit den unteren Theilen . . . . 40°—48°

(Von der rechten Seite des Thales gewährte dieser Standpunkt keine passende Ansicht.)

Isère-Thal, oberhalb Seez, an einer weiten Stelle des Thales.

Linke Seite . . . . 30°

Rechte Seite . . . . 29°

Thal des Arc, zwischen St. Michel und St. Jean de Maurienne.

Rechte Seite; untere, das Thal zunächst einschliessende Abdachung . 33°

" " obere Theile . . . . 15°

Steiler Abfall der Kalkfelsen des Roche le Bône . . . . 50°—53°

Linke Seite; mittlere Neigung der unteren Theile . . . . 32°

" " obere sanft gegen S. S. W. ansteigende Kämme . . . . 20°

Thal der Dora-Riparia. (In metamorphischen Schiefern.)

A. Zwischen Susa und Avigliana.

Rechte Seite, von Susa aus gesehen . . . . 19°

" " von Turin aus gesehen . . . . 20°

Linke Seite, zwischen St. Giorgio und St. Antonio, von einer Anhöhe bei Susa aus gemessen . . . . 28°

" " oberhalb St. Antonio, von Turin aus gemessen . . . . 30°

B. Zwischen Chaumont und Exilles.

Rechte Seite, eine sehr regelmässige Abdachung bildend . . . . . 34°

Linke Seite . . . . 30°—35°

C. Etwas oberhalb Houlx, in einem Thalbecken.

Rechte Seite. . . . . 35°

Linke Seite . . . . 30°—32°

Thal von Servières; ein kleines Querthal, welches etwas unterhalb Briançon in die Durance einmündet.

Linke, sehr regelmässig geneigte Seite des Thales . . . . 32°

Romanche-Thal.

A. An einer engen Stelle unter La Grave.

Rechte Seite, von den Gipfeln der Berge bis zur Thalsohle herab . 35°

Mittlere Neigung der Felsenwände (Gneiss) in den unteren Theilen dieser Abdachung . . . . 50°

An den steilsten Stellen erreichen dieselben . . . . 60°—70°

Linke Seite, mittlere Neigung . . . . 35°

Linke Seite, untere Theile . . . . 40°

B. In der Thalenge unter Freney.

Mittlere Neigung der beiden Seiten	40°
„ „ der Gneisswände in den unteren Theilen der Abdachung	55°

II. VORBERGE AM NÖRDLICHEN RANDE DER ALPEN (5000—7000').

Eckenberg, bei Partenkirchen; (aus bituminösen Schiefern und Kalksteinen bestehend).

Südöstliche Abdachung gegen das Kankerthal, mittlere Neigung . .	28°

Vordere Ziegspitze, bei Partenkirchen.

Nördliche Abdachung des Gipfels	28°
Südöstliche Abdachung	29°

Hirsch-Bühel, nördlich von der Ziegspitze.

Südliche Abdachung gegen ein kleines Hochthal	25°

Krotten-Kopf, nördlich von Partenkirchen, 2092 M. 6441' Mittel nach Weiss und Lamont (Jurakalk); von Starnberg aus gemessen.

Oestliche Abdachung des Gipfels	39°
Westliche Abdachung	31°

Rigi 1800 M. 5541' Eschmann (Nagelflue).

Nordöstliche Abdachung gegen den Zugersee; mittlere Neigung vom Gipfel bis an den Fuss des Berges . . . . . , ...	36°

Rossberg, Canton Schwyz, 1585 M. 4878 P. F. Esch. (Nagelflue).

Südwestliche Abdachung, von Immensee aus gemessen	21°
Südwestliche Abdachung gegen Goldau, vom Rigi aus gemessen . . .	22°

Buochser Horn; Canton Unterwalden, 1810 M. 5571 P. F. Esch.

Westliche Abdachung gegen Stanz, die rechte Seite des Engelberger Thales bildend; vom Rigi aus gemessen	29°

Stanzer Horn, Canton Unterwalden, 1899 M. 5847 P. F. Esch. vom Rigi aus gemessen.

Oestliche Abdachung gegen das Engelberger Thal; unterer Theil . .	38°
Oberer, allmählig gegen Westen ansteigender Kamm	13°
Westliche Abdachung gegen das Sarnenthal	35°
Die gleiche Abdachung von rückwärts, von Schwendi aus gemessen	34—35°

Niesen, Canton Bern, 2365 M. 7280 P. F. Esch.

Nordöstliche Abdachung, gegen den Thunersee; sowohl von Thun aus, als von der entgegengesetzten Seite, am oberen Ende des Sees gemessen. Mittlere Neigung	34°—35°
Oberes Drittel des Berges	39°—40°
Untere Theile	29°

Grosser Mythen (Cant. Schwyz) 1903 M. 5858 P. F. Esch.; vom Rigi aus gemessen.

Südsüdwestliche Abdachung; oberer Theil . . . . 74°

" " unterer Theil, von dem oberen durch eine flachere Partie getrennt . . . . 61°

Nordnordöstliche Abdachung . . . . 62°

Stock-Horn (Cant. Bern) 2198 M. 6767 P. F. Tralles.

Die steilen Abdachungen dieses auffallenden Felsgipfels erreichen sowohl auf der nordwestlichen als auf der südöstlichen Seite, von Thun aus gesehen 65°—70°

Iselten-Horn (Canton Bern) auf der rechten Seite der Schwarzen Lütschine; ein sehr schönes, oben abgestumpftes Felsenhorn.

Die oberen den Gipfel zunächst begrenzenden Abdachungen zeigen auf beiden Seiten eine Neigung von . . . . 55°—60°

Mittlere Neigung der südöstlichen Abdachung . . . . 45°

III. GIPFEL DER HOCHALPEN.

Zugspitze, 2954 M. 9094 P. F. Mittel der bar. und trig. Bestimmungen. In den bayerischen Alpen, bei Partenkirchen; ebenso wie die Dreithor-Spitzen aus dem hellen Oberen Alpenkalk bestehend.

Die Einzahnungen und kleinen Gipfel des Kammes, welcher die höchsten Theile der Zugspitze bildet, ragen 100 bis 300′ über denselben empor, und sind offenbar durch Verwitterung entstanden.

Die steilsten Stellen derselben zeigen von Partenkirchen und von Krottenkopf aus gemessen, eine Neigung von . . . . 70°—80°

Die mittlere Neigung der beiden Seiten dieser kleinen Gipfel ist am häufigsten . . . . 55°—65°

Steiler westlicher und nordwestlicher Abfall der Zugspitze gegen den Eibsee und das Thal von Ehrwald, hohe Felsenwände bildend; mittlere Neigung . . . . 55°—62°

Dreithor-Spitzen. 2591 M. 7976′ nach Lamont's Verzeichniss. Höchster Gipfel; von Partenkirchen aus gemessen.

Südwestliche Abdachung . . . . 50°

Nordöstliche Abdachung . . . . 45°

Steilste Abdachungen einzelner kleiner Gipfel und Einzahnungen . . . 65°—75°

Tüssistock (Cant. Uri) 3430 M. 10459 P. F. Anselmier.

Die beiden Abdachungen, welche den schön zugespitzten Gipfel umschliessen, haben, vom Rigi aus gemessen, eine Neigung von . . . 36°—39°

Titlis (Cant. Unterwalden) 3235 M. 9958 P. F. Esch. vom Rigi aus gemessen.

Oestliche Abdachung . . . . 63°

Westliche Seite; ein wenig geneigter, mit Schnee bedeckter Kamm, auf welchen erst später stärkere Neigungen folgen . . . . 16°

Centralmasse der Berner Alpen.

Die Gipfel bestehen aus Gneiss, Glimmerschiefer, Hornblendeschiefer u. s. w.

Galenstock 3028 M. 9322 P. F. Esch. Vom Rigi aus gemessen.

Oestliche Abdachung des Gipfels . . . . 45°

Westliche Abdachung . . . . 41°

Finsteraarhorn 4275 M. 13159′ Esch. Vom Rigi aus gemessen.

Ostsüdöstliche Abdachung des Gipfels . . . . 44°

Von der Enge bei Bern aus gemessen. Man sieht hier die beiden steilsten Seiten des mächtigen Felsenkammes, welcher das Finsteraarhorn bildet; es sind dieses jene Abdachungen, die sich vom Gipfel gegen die Firnmeere des Finsteraargletschers und des Vieschergletschers herabsenken.

Nordöstliche Abdachung . . . . 65°

Südwestliche Abdachung. . . . . 56°

Schreckhorn 4082,5 M. 12566′ Esch. Vom Rigi aus gemessen.

Die beiden Abdachungen, auf der nordwestlichen und südöstlichen Seite, dieses Felsenkegels haben eine Neigung von . . . . 44°—45°

Von Bern aus gemessen.

Die Visionslinie ist hier ziemlich parallel mit der mittlern Richtung des Kammes, welcher das Schreckhorn trägt; man erblickt die steilsten Abdachungen gegen Nordosten und Südwesten, gegen den Lauteraar- und den Grindelwald-Gletscher; diese beiden Seiten des Gipfels, welcher als eine freistehende Pyramide über die umgebenden Kämme hervorragt, haben eine Neigung von . . . . 62°—63°

Nordwestlicher Abhang des Schreckhornkammes, am rechten Ufer des Lauteraargletschers; mittlere Neigung vom Kamme bis an den Fuss des Berges; am Aargletscher in der Nähe des Abschwunges gemessen 43°

Die Felsengipfel und steilen Einzahnungen der Kämme, welche den Unteraargletscher umgeben, zeigen nicht selten Neigungen von . 60°—65°

Wetterhorn (Nördliche Spitze, auch Hasle-Jungfrau genannt) 3707 M. 11412′ Esch.

Nordöstliche Abdachung, von Bern aus gemessen. Oberer Theil, einen sanft ansteigenden Kamm bildend. . . . 22°

„ „ Unterer Theil . . . . 34°

Südwestliche Abdachung . . . . 43°

Nördlicher Abfall gegen die Scheideck, von Zweilütschinen aus gesehen. Mittlere Neigung der unteren, steilen und hohen Wände . . . . . 60°

Die den Gipfel zunächst begrenzenden Abdachungen;

a) auf der nördlichen Seite . . . . 45°

b) auf der südlichen „ . . . . 50°

Eiger 3976 M. 12240′ Esch. Vom Rigi aus gemessen.

Nordwestliche Abdachung	44°
Südöstliche Abdachung; oberer Theil	32°
„ „ unterer Theil	73°

Es wird derselbe durch eine auffallend steile Wand gebildet, auf welche weiter nach abwärts sanftere Neigungen folgen.

Von Bern aus gemessen.

Südwestliche Abdachung	38°
Nordöstliche Abdachung; oberer Theil	18°
„ „ unterer Theil	58°

Von der Hasli-Scheideck aus.

Nördlicher Absturz des Eigers, hohe Felsenwände bildend; mittlere Neigung	58°—60°

Mönch 4096 M. 12609′ Stengel.[1] Vom Rigi aus gemessen.

Südöstliche Abdachung; untere Theile	42°
„ „ oberer, sanft ansteigender Kamm	18°
Nordwestliche Abdachung	63°

Von Bern aus gemessen.

Nordöstliche Abdachung	46°
Südöstliche „	54°

Zwischen diesen beiden Abdachungen befindet sich ein ziemlich langer, wenig geneigter Kamm.

Jungfrau. 4167 M. 12828′ Esch.

Sowohl die nordwestliche, als die südöstliche Abdachung dieses schönen Gipfels zeigen, vom Rigi aus gesehen, in ihren oberen Theilen eine Neigung von	52°—53°
Mittlere Neigung der tieferen Theile an der nordwestlichen Abdachung	41°

Der Monte-Rosa und seine Umgebungen.

Die Gipfel des Monte-Rosa. Sie bestehen aus Glimmerschiefer, welcher weiter nach abwärts in Gneiss übergeht.

Die Neigungen, welche die folgende Tabelle enthält, sind die Mittel aus verschiedenen Beobachtungen. Die Messungen wurden theils auf den Firnmeeren in der Nähe der Gipfel selbst, theils auf verschiedenen hoch gelegenen Punkten in den Umgebungen des Monte-Rosa, zum Theil auch auf dem Observatorium zu Turin angestellt. Die Buchstaben, welche zuweilen in der Tabelle vorkommen, beziehen sich auf die „Darstellung der Gipfel des Monte-Rosa“ Taf. II. Die Abdachungen gegen Norden und Süden sind für die Form des Monte-Rosa am meisten charakte-

1) Bei Eschmann ist, wohl aus Irrthum?, für den Mönch dieselbe Höhe (3976,1 M.) wie für den Eiger angegeben.

ristisch; jene gegen Westen sind im allgemeinen etwas weniger steil, als das Mittel aus den beiden vorhergehenden; auf der östlichen Seite hingegen, wo das Gebirge in steilen Felsenwänden gegen den Circus von Macugnaga abfällt, treten die stärksten Neigungen auf, welche zuweilen 70—80° erreichen.

1. **Nordende.** 4597 M. 14153 P. F.

Gegen Norden;	c. oberster Theil zunächst des Gipfels	45°
	b. flachere Abdachung	17°
	a. unterer Theil	47°
Gegen Süden;	d. oberster Theil zunächst des Gipfels; sehr kurz	68°
	e. von hier bis zum Sattel am Fusse der Höchsten Spitze	12°

2. **Höchste Spitze.** 4640 M. 14284 P. F. vergl. Taf. VI u. X.

Gegen Norden;	g. Oberes Drittel der Abdachung	69°—70°
	f. Untere Theile bis zum Sattel	61°—63°
Gegen Süden;	h. Zunächst des Gipfels	58°—59°
	i. Unteres Drittel	70°—72°

3. **Zumsteinspitze.** 4569 M. 14064 P. F.

Gegen Norden	43°—48°
Gegen Süden und Südwesten	55°—60°

4. **Signalkuppe.** 4562 M. 14044 P. F.

Gegen Norden	45°
Südöstlicher und östlicher Abfall, in den oberen Theilen	58°—60°

5. **Parrotspitze.** 4440 M. 13668 P. F.

Gegen Norden	52°
Gegen Süden	45°—50°

6. **Ludwigshöhe.** 4337 M. 13350 P. F.

Es ist dieses unter allen Spitzen die am wenigsten steile; ihre Neigung beträgt im allgemeinen nicht viel über . . . 40°—45°

7. **Schwarzhorn.** 4295 M. 13220 P. F.

Es ist dieses ein ziemlich regelmässiger Felsenkegel, seine Neigung beträgt im Mittel . . . 57°

Sie wird etwas geringer in den unteren Theilen.

8. **Balmenhorn.** 4245. 13070 P. F.

Es ragt nicht sehr bedeutend über die Firn- und Schneemassen hervor, welche es umgeben; die Felsen an seiner Basis haben eine Neigung von 45°—48°

Die oberen Abdachungen sind etwas steiler.

9. **Vincentpyramide.** 4224 M. 13003 P. F.

Gegen Norden.	l. Oberer Theil	36°
	k. Von hier bis zum Sattel	33°

Diese ganze Abdachung ist mit Firn und Eis bedeckt.

Gegen Süden.	m. Oberer Theil, mittlere Neigung	40°

Die Schnee- und Firndecke wird hier häufig durch hervortretende Felsen unterbrochen.

n. Untere Theile, bis zur kleinen Firnmulde . . .	26°—30°

Südöstliche Abdachung, auf der linken Seite des Emboursgletschers.

(Vergl. Taf. IX.) Oberer Theil, mit Firn und Schnee bedeckt . . .	36°
Unterer Theil, bis an den Fuss der Pyramiden . .	45°

Matterhorn, oder Grand Mont-Cervin. 4498 M. 13848 P. F. Sss. und Bercht.

Nordwestliche Abdachung; von Zermatt aus gemessen	50°
Ostsüdöstliche Abdachung, gegen den Furkegletscher	55°

Kleiner Mont-Cervin. 3902 M. 12012 P. F. Sss. (aus Schiefern und Serpentin bestehend). Die Neigungen dieses und der beiden folgenden Gipfel wurden von der Rothen Kumme aus gemessen; vergl. Taf. VI.

Abdachung gegen Westen	50°
„ „ Osten	65°

Oestlicher Zwilling. 4107 M. 12644 P. F. Bercht. (Gneiss.)

Gegen Westen	33°
Gegen Osten	42°

Lyskamm. 4247 M. 13074 P. F. Bercht. (Gneiss.)

Nordöstliche Abdachung, gegen die Firnmeere des Gornergletschers .	45°

Corno del Camozzo (Gneiss.) Ein Felsengipfel südlich von der Vincenthütte; vergl. Taf. X. Fig. 2.

Oestliche Abdachung; oberer Theil	60°
„ „ unterer Theil	36°—37°
Westliche „	63°

Taglia-Ferro. 2966 M. 9132 P. F. Ein pyramidenförmiger, ziemlich regelmässig abfallender Gipfel auf der linken Seite des Sesiathales; von der Vincenthütte aus gemessen.

Nördliche Abdachung	53°
Südliche Abdachung	39°—40°

Gruppe des Mont-Blanc.

Die Gipfel bestehen vorzugsweise aus Granit (Protogin). Die Neigungen, mit Ausnahme des Mont-Blanc-Gipfels selbst, wurden von Chamouni und vom Brévent aus gemessen.

Gipfel des Mont-Blanc.[1] 4811 M. 14809 P. F. Delcros. Abdachung der obersten Kuppe, la Calotte.

1) Während ich die Neigung einiger Gipfel in der Gruppe des Mont-Blanc bestimmte, war der Höchste Gipfel mehrere Tage nicht vollständig sichtbar, so dass ich keine ausführlichen Messungen seiner verschiedenen Abdachungen anstellen konnte.

Gegen Osten und Westen (nach SAUSS. 4°. Bd. IV. S. 176) . . . . . 28°—30°

Die Felsen sind von einer gleichmässigen Schneelage bedeckt.

Aiguille du Gouté. Obere Abdachungen zunächst des Gipfels.

Gegen Osten	57°
Gegen Westen	69°
Untere Theile der westlichen Abdachung	46°

Aiguille du Midi. 3908 M. 12031 P. F. FORBES.

Südwestliche Abdachung; steilste Stellen	79°—80°
„ „ mittlere Neigung	62°

Aiguille de Blaitière. Diese schmale Felsennadel wird überall von sehr steilen Wänden begrenzt.

Ihre Neigung ist auf der südwestlichen Seite	80°

Aiguille du Dru. 3816 M. 11747 P. F. SAUSS. DC.

Die Neigung beträgt auf beiden Seiten	71°—72°

Aiguille de Charmoz.

Mittlere Neigung, vom Montanvert aus gemessen	65°

Monte-Viso. 3836 M. 11809′ CORABOEUF.

Diese hohe Felsenpyramide zeichnet sich überall durch ihre regelmässige Neigung aus.

Von der Vincenthütte am Monte-Rosa gesehen, haben die beiden Abdachungen gegen N. W. und S. O. eine mittlere Neigung von	45°—50°

Von Turin aus gemessen.

Nordwestliche Abdachung	46°
Südöstliche „	50°

Vom Durançe-Thale aus, oberhalb Briançon, gemessen.

Nordöstliche Seite	37°—40°
Südwestliche „	35°—37°

Man sieht hier die am wenigsten hohen und steilen Abdachungen dieses Gipfels.

IV. FELSENWÄNDE.[1]

Hohe Felsenwände an dem nördlichen Absturz des Eigers (Jurakalk).

Mittlere Neigung, von der Hasli-Scheideck aus gemessen	58°—60°

Neigung der steilen Abhänge auf der rechten Seite des Rosenlaui-Gletschers, beim Unterweng.

Mittel	50°
An einzelnen Stellen	60°—65°

1) Es sind auch in den vorhergehenden Tabellen einige Male Angaben über die Neigungen von Felsenwänden enthalten, wenn sich dieselben in der Nähe der gemessenen Gipfel befanden.

Es befinden sich auf diesen Abhängen, über welche der Weg zum Urbachsattel führt, noch zerstreute Partieen von Rasen.

Wände der Engelhörner, welche sich gegen den Rosenlaui-Gletscher herabziehen (Jurakalk) . . . . 65°

Hohe Felsenwände am östlichen Abfall des Monte-Rosa gegen den Macugnagagletscher (Gneiss).

Mittlere Neigung für grössere Strecken . . . . 60°

Sehr steile, 400 bis 700 Fuss hohe Felsenwände (Gneiss), bei der Vincenthütte. (Vgl. Taf. IX.)

Mittlere Neigung . . . . 70°—75°

Einige der steilsten Stellen von geringer Ausdehnung . . . . 80°—85°

V. SCHUTTHALDEN.

Schutthalde in der Nähe von St. Nicolai im Visperthale; sie besteht aus grossen, gerundeten Gneissgeröllen, mit kleineren Stücken und mit Sand untermischt.

Neigung der regelmässigen, gut erhaltenen Theile, welche zerstreute, kleine Birken tragen . . . . 34°

Steilste Stellen, an welchen sich stets wieder neue Schuttmassen loslösen 40°—43°

Mittelmoräne des Unteraargletschers, aus ziemlich grossen, eckigen Fragmenten von Gneiss, Hornblendeschiefer u. s. w. bestehend.

Mittlere Neigung der beiden Seiten des Querprofiles, an den Stellen, an welchen die Moräne ihre grösste Mächtigkeit und Höhe erlangt . . 30°—33°

Aehnliche Neigungen beobachtet man stets an den Seiten der grösseren und mächtigeren Moränenmassen.

Schutthalden der Wetzsteinbrüche bei Unterammergau.

Von eckigen, oft ziemlich grossen Fragmenten gebildet . . . . 32°—36°

Bewachsene Schutthalden (Dolomit), welche in grosser Ausdehnung den östlichen Fuss des Kramer-Berges umgeben . . . . 30°—28°

Dieselben verflachen sich in den unteren Theilen auf . . . . 20°

Schutthalden in der Ziegelei zu Freyenwalde an der Oder; aus tertiärem Thone gebildet, welcher in sehr eckige kleine Fragmente zerfällt.

Grösste Neigungen trockener Schuttmassen . . . . 37°—38°

VI. ANHANG: NEIGUNGSMESSUNGEN IN DER AUVERGNE.

Puy de Dôme. 1476 Met.[1] (Trachyt, Domit.)

Abdachung gegen Süden, von la Baraque aus gesehen . . . . 35°

„ „ Norden, „ „ . . . . 33°

1) Die Höhen (über dem Meere) sind aus Ramond, nivellement barométrique des Monts-Dômes et des Monts-Dores. Mém. de l'Acad. des sciences pour 1815.

Abdachung gegen Osten, vom Puy de Pariou aus gemessen: in den oberen Theilen	35°
„ „ Westen, in den oberen Theilen, vom P. de Pariou und von der Strasse nach Rochefort aus gemessen	35°—40°

Es wird hier die regelmässige Form des Berges durch hervortretende Felsen und durch kleine Schluchten öfter unterbrochen.

Puy de Pariou. 1223 M. (Eruptionskegel.)

Neigung der östlichen und der südlichen Abdachung an den regelmässigsten Stellen, von verschiedenen Seiten aus gemessen	28°—30°
Neigung der inneren Kraterwände	32°

In den oberen Theilen in der Nähe des Kraterrandes beträgt dieselbe nur 28°. Élie de Beaumont fand ebenfalls 32°. (Mont-Etna pag. 210.)

Le Grand Sarcouy. 1158 M. (Trachyt.)

Neigung des östlichen und westlichen Abhanges, vom Puy de Dôme aus gemessen	30°—34°

Puy de Gravenoire. 830 M. (Eruptionskegel.)

Mittlere Neigung der nordwestlichen und südöstlichen Abdachung, vom Gipfel bis an den Fuss des Berges	20°

Puy de Sancy. 1895 M. (Trachyt.)

Die Abdachung des Puy de Sancy, der Aiguilles d'Enfer und der damit zusammenhängenden Kämme nach der Aussenseite des grossen Circus (nach Süden und Südwesten) schwankt an verschiedenen Punkten zwischen	25°—35°
Häufigste mittlere Neigung dieser Abhänge, an den regelmässigsten Stellen	30°
Steiler Abfall gegen Norden, gegen das Innere des Circusthales; mittlere Neigung der hohen Felsenwände	40°—45°
An steileren Stellen beobachtet man nicht selten	50°—55°

Puy de l'Angle. 1750 M.

Mittlere Neigung der beiden Seiten, vom Cuzeau aus gesehen	29°—30°

Puy de la Tasche. 1641 M.

Die Neigung der beiden Seiten übersteigt, vom Cuzeau aus gesehen, im Mittel nicht	21°—30°

CAP. III.

ÜBER DIE OROGRAPHISCHE UND GEOLOGISCHE STRUCTUR DER GRUPPE DES MONTE-ROSA.

INHALT.

Uebersicht der Felsarten. Gneiss. Glimmerschiefer. Graue und Grüne Schiefer. Serpentin. Hebungsverhältnisse. 1. Profil des Vispachthales. 2. Profil über das Weissthor, den Pizzo-Bianco und den Turlo. 3. Profil von Zermatt auf den Gipfel des Monte-Rosa. 4. Profil der südlichen Abdachung des Monte-Rosa gegen das Lysthal. Allgemeiner Character in der Structur dieser Gebirgsgruppe.

Der Monte-Rosa besteht aus einer centralen Masse von Gneiss, um welche sich Graue und Grüne Schiefer und Serpentin ausbreiten. Die wichtigsten Grenzen dieser Gesteine suchte ich auf einer geologischen Karte (Taf. III) einzutragen; ich darf wohl bemerken, dass die ausgedehnten Schnee- und Eismassen und nicht selten auch die Steilheit des Terrains ähnliche Beobachtungen hier sehr erschweren.[1] Die orographischen und topographischen Verhältnisse dieser Alpengruppe wurden auf einer grösseren Karte Taf. I (Massstab 1 : 50000) von meinem Bruder und von mir dargestellt.[2] Ich werde im Laufe dieser Abhandlung Gelegenheit haben auf die vorzüglichsten Eigenthümlichkeiten der äusseren Gebirgsgestaltung und auf ihren Zusammenhang mit den Hebungsverhältnissen zurückzukommen.[3] Einige topographische Bemerkungen über den Hauptkamm und über die Gipfel des Monte-Rosa wurden bereits früher (Seite 60—63) mitgetheilt.

1) An manchen Punkten, z. B. an der Abdachung des Breithornes und der Zwillinge gegen den Gornergletscher, konnte die Vertheilung der Felsarten grossentheils nur nach den Bruchstücken bestimmt werden, welche auf die Firnmeere von verschiedenen Seiten aus herabgerollt waren.

2) Vergl. die Erläuterungen zur Karte am Schlusse dieses Buches.

3) Litteratur. In den folgenden Arbeiten sind mehr oder minder vollständige Angaben über die topographischen und geologischen Verhältnisse des Monte-Rosa enthalten:

Saussure, Voyages dans les Alpes. 4°. T. IV. Sixième et septième voyage.

L. v. Buch, über den Gabbro, (welcher nördlich vom Monte-Rosa, im Saasthale, häufig vorkömmt). Magaz. d. naturf. Freunde IV. 128. VII. 234.

Parrot, in Schweigger's Journal 1817 XIX. Beobachtungen über die Schneegrenze und die Höhenverhältnisse auf der Südseite des Monte-Rosa.

Uebersicht der Felsarten.

Gneiss. In dem Gneisse der Monte-Rosa-Gruppe findet sich weisser, seltener graulicher Quarz, der letztere namentlich an den Abhängen der Vincentpyramide, in einem sehr feldspathreichen granitischen Gemenge; ferner weisser oder bläulichweisser Orthoklas, zuweilen in grösseren Zwillingskrystallen ausgesondert. In der Nähe der Vincenthütte zeigt sich ausser dem gewöhnlichen weissen, noch ein sehr blauer und blaugrauer Feldspath, welcher dann gewöhnlich in grösseren Partieen auftritt und mit weissem, feinkörnigen Quarz innig verwachsen oft ziemlich mächtige Ausscheidungen in dem Gneisse bildet.

Ein ganz ähnlicher blaugrauer Feldspath, ebenfalls mit weissem, feinkörnigen Quarz verwachsen, aus dem Lavanthale in Wallis, befindet sich durch Herrn von Buch auf der Königlichen Mineraliensammlung zu Berlin.

D'Aubuisson theilte in dem Traité de géognosie prem. éd. 1819 II. S. 167 und 168 einige Beobachtungen über die Umgebungen des Monte-Rosa mit.

v. Welden, der Monte-Rosa. 1824.

Zumstein, Beschreibung der fünf Reisen auf die Spitzen des Monte-Rosa in den Jahren 1819—1822; die zweite Abtheilung des Buches des Herrn v. Welden bildend.

Hirzel-Escher, Wanderungen in weniger besuchte Alpengegenden der Schweiz. 1829.

M. Engelhardt, Naturschilderungen aus den höchsten Schweizeralpen, 1840, mit einem Atlas; ferner das Monte-Rosa- und Matterhorn-Gebirg, 1852; mit einer neuen Panoramakarte und 2 Tafeln.

Albert Schott, die deutschen Colonien in Piemont, 1842.

Agassiz, études sur les glaciers 1840; in dem Atlas einige Ansichten des Gornergletschers und der umgebenden Berge enthaltend.

Désor, excursions dans les Alpes, 1844, und Nouvelles excursions 1845.

Forbes, travels through the Alps of Savoy. 1843.

Ulrich, die Seitenthäler des Wallis und des Monte-Rosa. 1850. Es schliesst sich diese klare Uebersicht der topographischen Verhältnisse an die treffliche Karte des Wallis von Gottlieb Studer an.

A. Sismonda, Mem. dell. Accad. d. Torino Ser. II. T. II. 1840. Ueber die geologischen Verhältnisse Piemonts; auch Beobachtungen über die östlichen Umgebungen des Monte-Rosa enthaltend. Ferner: Classificazione dei terreni stratificati delle Alpi tra il Monte-Bianco e la contea di Nizza. Mem. d. Accad. d. Tor. Ser. II. T. XII. 1852. Die beigefügte geologische Uebersichtskarte (1 : 500000) umfasst die zu Sardinien gehörenden Theile des Monte-Rosa.

Die ausführliche Abhandlung von Fournet: Mém. sur la géologie de la partie des Alpes, comprise entre le Valais et l'Oisans. Ann. d. l. soc. d. phys. et d'agricult. de Lyon T. IV. 1841 p. 105, im Auszuge mitgetheilt in Leonhard und Bronn's Jahrbuch 1846. 360, enthält auch einige Beobachtungen über die Umgebungen des Monte-Rosa. Man vergleiche auch die Suite des études sur l. géol. d. Alp. comp. entre l. Val. et l'Ois. Ann. d. l. soc. etc. de Lyon. 2me sér. T. I. 1849 p. 185, welche sich vorzugsweise mit der Gliederung der sedimentären Formationen beschäftiget.

Guyot, note sur la topographie des Alpes pennines. Bull. de la soc. d. sciences nat. de Neufchatel. 1847.

Bernh. Studer, Geologie der Schweiz; Band I. 1851. Ich verdanke diesem ausgezeichneten Werke Studer's vielfach die grösste Belehrung und Unterstützung bei meinen Beobachtungen und bei dem Entwurfe der geologischen Karte des Monte-Rosa.

Die geologische Karte der Schweiz (Massstab 1 : 380000) von Studer und Escher, welche sich an das obige Werk anschliessen wird, ist bis jetzt noch nicht erschienen.

Der **Glimmer** ist vorherrschend dunkel, braun und schwarz; bisweilen ist er mit silberweissem Glimmer gemengt, welcher oft nur in kleinen Schüppchen auf den grösseren braunen Glimmerblättern sitzt, und selten in überwiegender Menge vorkömmt.

Wahrer Granit tritt nirgends zwischen dem Gneisse auf. Es zeigen sich zwar, wie bereits SAUSSURE beobachtet hat, an einigen Punkten in den Umgebungen von Macugnaga granitische Abänderungen, ebenso in der Nähe des Gornergletschers, z. B. an den Felsen „Ob dem See"; jedoch ist die granitische Structur niemals sehr anhaltend, man kann im Gegentheile selbst an diesen Stellen oft eine theilweise lineare Anordnung der Glimmerblättchen erkennen.

Ein sehr feldspathreicher grobkörniger Gneiss kömmt in den tieferen Theilen, z. B. im Quarazza-Thale, in dem Circus von Macugnaga und an den Abdachungen gegen den Gornergletscher vor. Ein mehr feinkörniges Gestein hingegen, in welchem der weisse Quarz und Feldspath innig verwachsen sind, herrscht mit mannigfachen Abänderungen vorzüglich längs des Süd- und Südostrandes der Gneisszone, am Turlo, bei Embours, am Hochlicht und von da westlich bis in's Challantthal.[1] Hier überwiegt auch zuweilen der weisse und grüne Glimmer über den braunen oder schwarzen, welcher an einzelnen Stellen in grosser Menge angehäuft ist.[2] Die Felsenwände an der östlichen Abdachung des Col delle Piscie und des Stollenberges lassen auf langen Strecken die dunkelen Gneissstraten erkennen,[3] welche hiedurch entstehen.

Glimmerschieferlagen treten an verschiedenen Punkten zwischen dem Gneisse auf, z. B. am Turlo nicht weit von der Passhöhe, in den Umgebungen der Vincenthütte, auf der Nase, an den Abhängen oberhalb der Rofelstaffel-Alpen, am Pizzo-Bianco u. s. w. Die grösste Entwickelung erlangt jedoch der Glimmerschiefer auf dem hohen Kamme, welcher die verschiedenen Gipfel des Monte-Rosa verbindet; er setzt denselben ausschliesslich mit veränderlicher Mächtigkeit von 750 bis 1000 und 1200 Fuss zusammen.

Das Gestein ist in diesen obersten Theilen im allgemeinen ein grauer, quarzreicher Glimmerschiefer, bestehend aus grauem, grünlichem, zuweilen silberweissem Glimmer und graulichweissem und grauem Quarz. Weit seltener bemerkt man Körner oder Ausscheidungen von weissem Quarz. Der Glimmer ist theils in kleinen Schüppchen mit einem dichten Quarze innig verwachsen, theils zeigt er sich in grösseren Blättern vorzüglich auf den Ablösungsflächen, wodurch das Gestein ein mehr glimmeriges Ansehen und eine grössere Spaltbarkeit erhält. An dem Höchsten

---

1) Die Grenze des Gneisses, welche in den oberen Theilen des Challantthales, in den Umgebungen der Aventinagletscher u. s. w. auf der Karte angegeben ist, dürfte wohl nicht ganz frei von Fehlern sein, da mich hier vielfach schlechtes, nebliges Wetter bei meinen Beobachtungen störte.

2) Der Feldspath ist in diesen Abänderungen meist in ziemlicher Menge zwischen den grossen, schwarzen Glimmerblättern enthalten.

3) Vergl. die Ansicht des Stollenberges Taf. IX.

Gipfel des Monte-Rosa herrscht ein sehr quarzreicher Glimmerschiefer vor; an einzelnen Stellen findet man nur ein graues, festes Quarzgestein von helleren Quarzbändern und Adern durchzogen.

Kleine Feldspathkörner sah ich nur am Weissthore, vereinzelt und in sehr geringer Menge, in dem Glimmerschiefer auftreten. Als unwesentlicher Gemengtheil zeigen sich zuweilen kleine rothe Granaten im Glimmerschiefer des Weissthores, ebenso wie in jenem, welcher an einigen Punkten dem Gneisse unmittelbar eingelagert ist.

Man kann die Glimmerschieferdecke von der Vincentpyramide bis über das Weissthor hinaus verfolgen. Die Grenze gegen den Gneiss ist im allgemeinen unbestimmt und unregelmässig; man bemerkt zuweilen grössere Gneissmassen, welche noch ziemlich weit in den Glimmerschiefer hineinreichen.

Auch treten in dem letzteren einige Male gangartige Verzweigungen eines granitischen Feldspathgesteines auf; ich hatte besonders Gelegenheit dieselben an den Felsen der Höchsten Spitze zu beobachten. Es findet sich dort ein sehr feldspathhaltiges, helles Gemenge,[1] zum Theil mit granitischer, zum Theil mit gneissartiger, schaliger Structur. Die sparsam vorkommenden weissen Glimmerblättchen sind entweder unregelmässig vertheilt oder mehr in einzelne Lagen geordnet. Es ist dieses Gestein ganz ähnlich jener unter dem Namen Eurit oder Petrosilex bekannten Felsart, welche häufig gangartig den Gneiss und Gneissgranit der Alpen durchsetzt.

Das Ganggestein, dessen helle Farbe sogleich auffällt, ragt an einzelnen Stellen wegen seiner grösseren Härte und Festigkeit ziemlich bedeutend über den leichter zerstörbaren Glimmerschiefer hervor; es entstehen hiedurch einige sonderbare Felszähne, wovon die Zeichnung des höchsten Felsenkammes auf Taf. X ein Beispiel gibt. Ich suchte auf dem kleinen Profile (Taf. IV Fig. 5) die Verzweigungen dieses granitischen Feldspathgesteines darzustellen, soweit mir die Schneebedeckung ihre Beobachtung gestattete; ich benützte hierzu einige an Ort und Stelle entworfene Zeichnungen. Man sieht deutlich, dass die Gänge die wenig geneigten Glimmerschieferschichten durchschneiden; ihre Mächtigkeit ist oft ziemlich bedeutend, sie scheint zwischen 1 und 1½ bis 5 und 7 Fuss zu schwanken.

Diese bis jetzt erwähnten, mit dem Gneisse verbundenen Glimmerschiefer brausen niemals mit Säuren, wodurch sie sich sehr deutlich von den Grauen, kalkhaltigen Schiefern unterscheiden.

Graue und Grüne Schiefer. Unter dieser Bezeichnung hat neuerdings Prof. STUDER[2] die mannigfachen Gesteine zusammengefasst, welche sich zwischen den

1) Nur an wenigen Punkten wird der weisse Quarz in dem Gesteine vorherrschend.

2) Geologie der Schweiz. I. S. 64. Es sind dieses dieselben Gesteine, welche ELIE DE BEAUMONT SISMONDA und Andere als metamorphische Schiefer oder als metamorphischen Jura bezeichnet haben. SAUSSURE hat die Grauen Schiefer zum Theil als kalkhaltige Glimmerschiefer oder Kalkglimmerschiefer (roches micacées calaires, z. B. § 2157) beschrieben.

Gneiss- und Granitmassen der Centralalpen ausbreiten. Die **Grauen Schiefer** in den Umgebungen des Monte-Rosa sind ziemlich dunkel und brausen sehr lebhaft mit Säuren. Zu dem weissen, braunen und grünlichen Glimmer, welcher entweder mit der Grundmasse innig verwachsen ist oder in grösseren und zahlreicheren Blättchen erscheint, gesellt sich gewöhnlich etwas schwärzlicher Talk. Der Quarz, zuweilen in sehr geringer Menge, kömmt in kleinen Körnern oder in unregelmässigen Lagern und Knoten in dem Gesteine vor. Der Kalk, welcher in krystallinischen Körnern, häufiger jedoch in dünnen Lagen auftritt, bildet auch einzelne grössere und selbstständigere Schichten. Man sieht ähnliche Kalkpartieen, welche theils hellgrau und ziemlich krystallinisch, theils dunkel und dichter sind, an verschiedenen Punkten, z. B. am Konerigen Moos, in den Umgebungen des Matterjochs, auf den Fourneaux dessus, ferner auf den Cimes blanches u. s. w. Eine andere sehr mächtige Kalkeinlagerung, welche auch auf der Karte angegeben ist, befindet sich an den Abhängen des Gabelhornes. STUDER[1] hatte dieselbe bereits sorgfältig untersucht; es gelang ihm ebenso wenig als mir selbst, Petrefacte darin aufzufinden.[2]

Die **Grünen Schiefer** schliessen sich, wie man weiss, durch vielfache Uebergänge an die Grauen Schiefer an, und entwickeln sich aus denselben; sie gehen häufig in krystallinische Chlorit- und Strahlsteinschiefer über, welche dann gewöhnlich mit Säuren nicht mehr brausen.

Serpentin. Der Serpentin von sehr dunkelgrüner Farbe tritt in grossen stockförmigen Massen und Lagern auf. Kleinere Partieen desselben, welche zwischen den Schiefern vorkommen, konnte ich im allgemeinen auf der Karte nicht speciell unterscheiden. Aehnliche Streifen von Serpentin zeigen sich z. B. auf den beiden Abdachungen des Matterjoches, und in grösserer Ausdehnung am Fusse des Matterhornes, am Hörnli, Schwarzsee u. s. w. Auch in dem Ayasthale ist Serpentin den Schiefern eingelagert; weiter südlich in diesem Thale erlangt derselbe dann eine grössere Ausdehnung.

Die innige Verbindung, welche in den Alpen zwischen dem Serpentin und zwischen Strahlstein-, Hornblende- und Chloritschiefern besteht, und die mannigfaltigen Beziehungen all dieser Gesteine zu der grossen Formation der Grauen und Grünen Schiefer lassen sich in den Umgebungen des Monte-Rosa allenthalben sehr schön verfolgen. Ein nicht uninteressantes Beispiel ähnlicher Lagerungsverhältnisse beobachtet man am Ollen. An den Abhängen auf der rechten Seite des kleinen Thales, welches von Alagna nach dem Passe führt, erhält sich ein oft ziemlich breiter, unregelmässig begrenzter Streifen von Schiefern zwischen dem Serpentin; auf

1) Geologie d. Schweiz. I. 214 und 386.

2) Herr ENGELHARDT führt Seite XVIII und 125 seines neuen Werkes eine Terebratel aus dem dolomitischen Kalkstein des Allaleinhorns im Saasthale an, welche er mit der Tereb. semiglobosa, aus der Kreide, vergleicht. Er hatte die Güte, mir das einzige vorhandene Exemplar zur Ansicht zu übersenden, welches jedoch leider ganz unbestimmbar, und kaum als Terebratel zu erkennen ist.

der Passhöhe selbst ist die Einlagerung der Schiefer in dem Serpentin noch sehr deutlich zu sehen, während dieselben später, auf der westlichen Abdachung des Kammes gegen das Lysthal, unter dem Serpentin verschwinden.[1] Es sind dieses sehr kalkhaltige Graue Schiefer mit Grünen Schiefern verbunden; häufig vermitteln die letztern den Uebergang in den Serpentin, es kömmt derselbe jedoch auch unmittelbar in Berührung mit den ganz gewöhnlichen Grauen Schiefern vor; es ist dieses z. B. auf der Höhe des Passes selbst der Fall. — Die Schiefer werden dann weit talkiger, sie zeigen kleine wellenförmige Krümmungen, später entwickelt sich in grösseren Knauern und unregelmässigen Lagen ein graues und grünliches Talkgestein, von weissen Kalkadern durchzogen, auf welches dann der Serpentin folgt.

Es ist dieses sehr häufig ein hellgrüner schaliger Serpentin, welcher erst später in das gewöhnliche dunkle Gestein übergeht. Auch zeigen sich innige Verwachsungen des hellgrünen Serpentins mit einem weissen späthigen Kalke.[2] Die Begrenzung zwischen den Schiefern und dem Serpentin ist durchgängig sehr unregelmässig; man beobachtet mehreremale deutlich ein gangartiges Eindringen des letzteren in die talkreichen Schiefer, theils der Schichtung parallel, theils dieselbe unter verschiedenen Winkeln durchschneidend.

Aehnlich wie am Ollen treten auch an anderen Punkten grössere und kleinere Schieferpartieen zwischen dem Serpentin auf, z. B. am Rothhorn auf der rechten Seite des Gressoneythales, an den Abhängen des kleinen Mont-Cervin und des Breithornes u. s. w.

Der Serpentin und die mit ihm verbundenen Schiefer schliessen an mehreren Punkten sehr schön ausgebildete Mineralien ein.

Hellgrüner Pikrolith ist mit dem Serpentin verwachsen; er bedeckt theils die Spaltungsflächen, theils durchzieht er das Gestein in der Form von kleinen Adern und Gängen, welche bald ganz fein und kaum 1 bis 2 Millimeter dick, bald mehrere Centimeter und darüber mächtig sind. Besonders verbreitet ist der Pikrolith auf Rympfischwäng, Rymptischgrat u. s. w. An den Wänden grösserer und kleinerer Kluftflächen sitzt hier häufig auf dem dunkelgrünen Serpentin ein stängliger Pikrolith von hellgrüner und gelblicher Farbe; dieser wird später immer dünnfaseriger und geht zuletzt ganz allmählig in eine ungemein feinfaserige, flachsartige weisse Substanz über. Auch aus dem dichten Pikrolith entwickelt sich eine ähnliche weisse faserige Masse. Die beiden Substanzen sind entweder sehr innig mit einander verwachsen, oder die weisse Masse schneidet sich stellenweise

1) Auf dem Profile (Fig. 4) habe ich den Schieferstreifen in der Richtung nach abwärts durch eine punktirte Linie da begrenzt, wo die Schiefer theils mit dem Serpentin zu einer gemeinsamen talkigen und strahlsteinartigen Masse verwachsen, theils durch die vorliegenden Serpentinberge der Beobachtung entzogen werden.

2) Vergl. über die Entstehungsweise des Serpentins und über seine chemischen Verhältnisse zu den Nebengesteinen die wichtige Abhandlung von Gustav Rose: Ueber die Pseudomorphosen des Serpentins von Snarum und die Bildung des Serpentins im Allgemeinen. Poggendorff's Annalen LXXXII. 511.

etwas schärfer von dem grünlichen Pikrolithe ab, in welchem kleine Magneteisensteinkörner eingesprengt sind.

Es kann die weisse faserige Masse eine ziemlich grosse Entwickelung erreichen; sie hat in ihrer äusseren Erscheinung viel Aehnlichkeit mit manchen Abänderungen des Asbestes, wie Amianth (Bergflachs), Bergleder oder Bergkork. Ihre innige Verwachsung mit dem Pikrolithe und die verschiedenen allmähligen Uebergänge, ebenso wie der starke Wassergehalt und das Verhalten vor dem Löthrohre scheinen jedoch zu zeigen, dass diese weissen Substanzen wohl als faserige Abänderungen des Pikrolithes betrachtet werden müssen. Man findet dieselben auch unmittelbar auf dem Serpentin aufsitzend und damit verwachsen; feine weisse Nadeln zeigen sich ferner auf oder zwischen den Granaten, dem Chlorit u. s. w. und umhüllen kleinere Particen dieser Mineralien.

Strahlstein, in einer feinen Strahlsteingrundmasse eingewachsen, kömmt vor auf Rympfischwäng, am Riffelberge, in den kleinen Serpentinstreifen, welche in den Umgebungen der Vincenthütte dem Gneiss oder Glimmerschiefer eingelagert sind, und an verschiedenen anderen Punkten.

Vorzugsweise auf Rympfischwäng, in den Bergen oberhalb Findelen, theilweise jedoch auch am Riffelberge, auf der Nase und in den Moränen des Indren-Gletschers, finden sich in dem Serpentin und den Schiefern eingewachsen oder auf Spalten:

Epidot, in schönen grossen Prismen oder in feinen Nadeln; Diopsid, Turmalin, Idocras, in sehr schönen, braunen Krystallen und in krystallinischen stängligen Massen, zwischen denen einige kleine bräunliche und grünliche Krystalle zerstreut sind; ferner schwarzer, gelber und grüner, zuweilen sehr heller und fast weisser Granat; Magneteisenstein in grossen und in zahlreichen kleineren Krystallen; Prehnit und Chlorit (Pennin). Antigorit kömmt im Lysthale vor; es fielen mir ein Paar kleinere Stücke desselben in den Geschieben des Baches zwischen Noversch und Gressoney la Trinité auf; ich erhielt jedoch später auch schöne Platten von 6 bis 8 Zoll Länge, welche in den Serpentinmassen in den Umgebungen der Lavezalpe gefunden worden waren.

Die Erzgänge, welche wie man weiss in den Umgebungen des Monte-Rosa in Piemont sehr häufig sind, enthalten vorzugsweise goldführenden Schwefelkies, ausserdem auch silberhaltigen Bleiglanz, Kupferkies und Antimonglanz. Das Ganggestein ist ein weisser Quarz; aber in einigen Gängen, z. B. in der Nähe der Vincenthütte, am Hochlichte u. s. w., findet man einen sehr dichten dunkelgrauen Quarz, welcher in ein graues, mit weissen Glimmerblättchen und grünen Strahlsteinnadeln dicht verwachsenes Quarzgestein übergeht. Die Erzgänge stehen gewöhnlich sehr steil, fast vertical und durchkreuzen sich in sehr verschiedenen Richtungen; man kann einzelne derselben ziemlich weit an den kahlen Felsenwänden verfolgen. Die höchsten dieser Golderzgänge sind jene, welche in der Nähe der Vincenthütte früher in verschiedenen Stollen zwischen 9500 und 9800 Fuss abgebaut wurden.

Hebungsverhältnisse.

Ich habe versucht die Lage der Schichten in den verschiedenen Theilen der Monte-Rosa-Gruppe in vier Profilen darzustellen. Ich werde zuerst die speciellen Beobachtungen und Erläuterungen für jeden dieser Durchschnitte und seine Umgebungen mittheilen, um später einige Betrachtungen über die allgemeine Structur dieser Gebirgsgruppe, wie sie aus den angestellten Beobachtungen hervorzugehen scheint, folgen zu lassen.

Die Stellung der Schichten ist nicht auf den magnetischen, sondern auf den wahren Meridian bezogen; es wurde dabei die Abweichung der Magnetnadel nach den Beobachtungen in Genf zu 18° nach Westen angenommen.

1. Profil des Vispachthales.

Der Längenmassstab ist 1:300000; Höhenmassstab 1:60000. Die Richtung des Durchschnittes ist von Norden nach Süden, genauer von N. N. O. nach S. S. W.

Das Vispachthal, auch Nicolai- oder Zermatter-Thal genannt, ist eines jener zahlreichen, parallelen Querthäler, welche von dem Hauptkamme der Walliser Alpen in das Rhonethal herabziehen; ganz ebenso, wie in der Tauernkette der Tyroler und Salzburger Alpen eine Reihe von Querthälern in das nördlich vorliegende Längenthal des Pinzgau ausmünden.

Es lassen sich hier 5 Becken unterscheiden. Die erste, nicht sehr bedeutende Erweiterung ist bei Stalden, an der Vereinigung des Saaserthales mit dem Hauptthale; sie wird von dem Rhonethale durch eine lange, schluchtartige Verengung getrennt. Eine zweite, sehr schöne Mulde ist bei St. Nicolas; zwischen ihr und jener bei Stalden befindet sich eine lange, stärker geneigte Thalverengung, welche zuweilen sehr schmal ist. Die dritte Erweiterung von Mattsand und Herbrigen wird durch einen steilen, niederen Felsenrücken, welcher vielfach mit Schutt überdeckt ist, von dem folgenden Becken geschieden, als dessen unmittelbare Fortsetzung sie sowohl in Beziehung auf ihre Richtung als ihren äusseren Character zu betrachten ist.

Das vierte Becken von Randa und Täsch macht sich durch seine Länge, seinen gleichmässigen Verlauf und seine geringe Neigung bemerkbar. Es erinnert lebhaft an die ähnliche Thalerweiterung von Lengenfeld im Oetzthale in Tyrol. Eine sehr characteristische Thalenge, ausgezeichnet durch das starke Gefälle, die Gewalt der Erosion und der Gesteinzertrümmerung, ebenso wie durch das nahe Zusammentreten der Bergabhänge, folgt zwischen Täsch und Zermatt.

Das fünfte grosse Becken, jenes von Zermatt, öffnet sich sehr breit unmittelbar am Ende der so eben erwähnten Verengung. Es zeigt alle Eigenthümlichkeiten, welche wir auch in den östlichen Alpen für diese Thalformen kennen lernten.[1] Ober-

1) Untersuchungen über die physik. Geog. d. Alpen. Cap. IX.

halb Zermatt verzweigt sich das Thal. Der Zmuttgletscher und der Gornergletscher nehmen die beiden grossen Mulden am Ende desselben ein. Der Gornergletscher zieht in seinen oberen Theilen von Westen nach Osten und scheidet die Gneissmasse des Monte-Rosa von den Schiefern des Riffelberges.

Unser Profil führt in südsüdwestlicher Richtung über das Matterjoch hinweg, welches eine breite, merkwürdige Einsattlung zwischen dem Mont-Cervin auf der einen, und dem Breithorne, Lyskamme u. s. w. auf der anderen Seite bildet. Auf den Abhängen der Berge findet man hier nur einige kleine muldenförmige Vertiefungen und einen Wechsel von steileren Abfällen mit etwas ebeneren Stellen, wie z. B. Auf der Mauer, in Plan Torette u. s. w. Erst am südlichen Fusse des Passes, in Breuil, ist wieder ein schönes Thalbecken entwickelt.

Man durchschneidet auf diesem Profile den breiten Zug krystallinischer Feldspathgesteine, welcher von Studer [1] als Centralmasse der Walliser Alpen bezeichnet wurde; er beginnt nach seinen Beobachtungen auf der linken Seite des Aostathales, bei Val Pellina und reicht bis in die Nähe des Albrunpasses, westlich vom Formazzathale.

Am Eingange des Thales stehen die gewöhnlichen Grauen Schiefer an, welche mit Säuren stark brausen und zuweilen mit einzelnen Lagen eines grauen, sehr krystallinischen Kalkes wechseln. Die Schichten fallen mit 30 bis 35° nach S. 70 bis 77 W.[2]

Auf der rechten Seite des Thales haben sich an verschiedenen Stellen Lager von grauem und gelblichem Kalktuff gebildet, welche ziemlich mächtig werden und einige kleine Gehäuse von Helix u. s. w. einschliessen. Dieser Tuff wird in dem benachbarten Vispach zu Bauten benützt. Der zahlreiche Schutt, welcher durch die leichte Zerstörbarkeit der Schiefer entsteht, hat etwas unterhalb Stalden zur Bildung mehrerer Erdpyramiden Veranlassung gegeben.

Zwischen den Schiefern ist auf den Abhängen an der linken Seite des Thales eine grössere Masse von Topfstein eingelagert. In seiner Nähe bemerkt man ein schaliges, feinschieferiges, wellenförmig gekrümmtes Quarzgestein, mit sehr viel Talk auf den Bruchflächen.

Die Gneisszone, welche man in der Nähe von Stalden betritt, zeigt an ihren Rändern mannigfache Uebergänge. Ihre Gesteine sind innig verwachsen mit den Grauen und Grünen Schiefern, welche sie im Norden und Süden begrenzen. Ich suchte die krystallinischen Schiefer, welche hier mehr oder minder regelmässig die Feldspathgesteine begleiten, durch eine Schraffirung auf dem Profile zu unterscheiden; eine scharfe Trennung scheint jedoch nicht möglich zu sein.

1) Geologie der Schweiz. I. 204.

2) Da auf dem Profile die Höhen fünfmal grösser eingetragen sind als die Längen, so mussten hier die Schichten steiler gezeichnet werden, als es in der Natur der Fall ist.

Das Auftreten der krystallinischen Glimmerschiefer und Talkschiefer macht sich sogleich durch eine grössere Festigkeit der Felsen bemerkbar; die Gesteine brausen nicht mehr mit Säuren, sie bestehen aus einem dichteren Gemenge von Quarzkörnern mit Glimmer und Talkblättchen, in sehr mannigfachen Abänderungen. Zuweilen trifft man einen quarzreichen festen Glimmerschiefer, in welchem der weisse und grüne Glimmer mehr in einzelnen Schüppchen und kleineren Partieen vertheilt, als in regelmässigen Lagen geordnet ist; dieses ist z. B. beim Beginne der Thalenge oberhalb Täsch der Fall. An anderen Punkten zeigen sich grössere Quarzkörner und ein mehr schieferiges Gefüge, oder auch Gesteine, welche sehr reich an Glimmer und Talkblättchen sind.

Dolomitischer Kalkstein, gelblich-weiss und grau, an den Bruchflächen Glimmerblättchen enthaltend, scheint in der Höhe an einigen Punkten den Schiefern und theilweise auch dem Gneisse eingelagert zu sein; er wird von verschiedenen Seitenbächen in das Thal herabgeführt.

Erst weiter im Innern, zwischen St. Nicolas und Randa, ist ein grobkörniger, feldspathreicher Talk-Gneiss entwickelt. In der Thalenge zwischen Täsch und Zermatt folgen auf denselben, nicht ohne mannigfache Uebergänge, wieder die kalkhaltigen Grauen Schiefer, welche rings in den Umgebungen von Zermatt anstehen; sie trennen den nördlichen Gneisszug von der Centralmasse des Monte-Rosa.

Das Fallen der Gneissschichten, obwohl nicht immer sehr deutlich, ist stets nach W. S W., jedoch mit steileren Winkeln als am Anfange des Thales; zuweilen stehen die Schichten nahezu vertical. Die Grauen Schiefer von Zermatt endlich fallen nach Nordwesten, nämlich mit 45° — 50° nach N. 50 — 58° W., so dass, wie Studer mehrfach nachwies, eine fächerartige Stellung der Schichten sich erkennen lässt.

Der Gebirgskamm, welchen man weiter südlich auf dem Matterjoch oder St. Theodulpass überschreitet, zeigt eine vielfache Abwechselung von Schiefern, stellenweise Kalklager einschliessend, und von Serpentin. Die interessanten Lagerungsverhältnisse von kleineren, gewöhnlich ziemlich feinschieferigen Gneisstraten von Kalk, grünen Schiefern und von Serpentinstreifen,[1] welche man auf der Passhöhe selbst beobachtet, hat bereits Saussure ausführlich beschrieben.[2]

Das Fallen der Schichten ist in den Umgebungen des Mont-Cervin und des Theodulpasses ziemlich unregelmässig; an der nördlichen Abdachung des Joches ist in den unteren Theilen stets Nordwestfallen mit Neigungen zwischen 40 und 20° zu erkennen. In den oberen Theilen werden die Neigungen geringer, und auf der Passhöhe fallen die zuweilen nahezu horizontalen Schichten nur mit wenigen Graden nach W. N. W.

---

1) Das Vorkommen des Serpentins auf der Höhe des Passes habe ich auf dem Profile durch einen grünen Streifen hervorgehoben. Einige andere kleinere und grössere Serpentinpartieen, welche man durchschneidet, konnten nicht speciell unterschieden werden.

2) Voyages T. IV. § 2257 — 2266.

W. N. W. und W.-Fallen herrscht auch auf der südlichen Abdachung des Passes und zu beiden Seiten des Val-Tournanche. Am Mont-Cervin hingegen fallen die Gneiss- und Glimmerschieferschichten, in den oberen Theilen von grünem Schiefer und Serpentin überlagert, ganz abweichend von den Schichten des Joches selbst im Mittel mit 45° nach S. W., wie auch SAUSSURE [1] und STUDER [2] beobachtet haben. Ich werde später Gelegenheit haben auf diese Schichtenstellungen zurückzukommen.

2. Profil über das Weissthor, den Pizzo-Bianco und den Turlo.

Der Längenmassstab ist 1:100000; der Höhenmassstab 1:70000. Der Durchschnitt geht von Nordwesten nach Südosten. Um die wichtigsten Punkte in das Profil aufnehmen zu können, musste sich dasselbe zuweilen von der geraden Linie etwas entfernen; es wurden ähnliche Abweichungen dann auch bei den Längendimensionen berücksichtigt. Auf der nordwestlichen Seite, im Wallis, folgt der Durchschnitt dem Wege, welchen man beim Uebergange über das Weissthor macht; die Berge auf der rechten Seite des Findelengletschers sind nach einer an Ort und Stelle entworfenen Zeichnung eingetragen.

Die Schiefer im Ansteigen gegen Findelen fallen mit 50—60° (52—55° schienen am häufigsten zu sein) nach N. 50—55. W.; gleiches Fallen herrscht auch auf dem gegenüberstehenden, linken Ufer des Findelenbaches. Es folgen hierauf grosse Massen von Serpentin oder von schieferigem Serpentin, sehr unregelmässig mit krystallinischen Strahlstein- und Hornblende-Schiefern oder auch mit den gewöhnlichen Grauen Schiefern verwachsen. Selbst ziemlich weit aufwärts unterscheidet man noch einzelne Schieferstreifen zwischen den Serpentinmassen. Die Schichtung ist, wie zu erwarten, oft lange Zeit gänzlich verschwunden; jedoch erkennt man an mehreren Stellen, wo dieselbe deutlicher auftritt, z. B. oberhalb der Alpenhütten In der Ecke, am Rympfischgrat u. s. w. stets Nordwestfallen.

Auf der Passhöhe des Weissthores fallen die sehr schön geschichteten Glimmerschiefer mit 20—25° nach N. 63 bis 68 W.; (sie schwanken zwischen N. 58 W. bis N. 70 W.). Ungefähr 400 Fuss tiefer beobachtete ich Fallwinkel von 20 bis 30 und 33°, während der später folgende Gneiss mit 32 bis 35° nach N. 57—62 W. fällt.

Am Pizzo-Bianco, welcher sich auf der östlichen Seite des schönen Circus von Macugnaga erhebt, fallen die Gneissschichten ebenfalls nach N. W. und. W. N. W.; sie fallen also unter die Masse des Monte-Rosa ein. Es zeigen sich in den unteren Theilen der Abhänge Neigungen von 30 bis 32°. Die Lage der Schichten in der Nähe des Gipfels untersuchte ich von verschiedenen Punkten aus mit dem Fernrohre; ich überzeugte mich, dass dieselben nur mit geringen Winkeln, wie auch SAUSSURE angibt, von etwa 10 bis 16° nach N. W. fallen. An den Abhängen des Pizzo-Bianco hat bereits SAUSSURE (§ 2143) eine Einlagerung von körnigem Kalke, an den Bruchflächen etwas Glimmer enthaltend, zwischen dem Gneisse beobachtet;

1) Voyages T. IV. § 2243.

2) S. 215.

ich habe diesen kleinen Kalkstreifen, welchen man, über die Alpen von Pedriolo ansteigend, leicht auffinden kann, auf dem Profile angedeutet.

Das N. W. oder W. N. W.-Fallen bleibt auch vorherrschend in den Umgebungen von Macugnaga und am Monte-Moro. Auf dem hohen Kamme, welcher vom Pizzo-Bianco und der Cima delle Loccie nach Südosten zieht, glaubte ich deutlich einige Stellen zu erkennen, an welchen die Schichten noch mehr als am Pizzo-Bianco selbst horizontal liegen, worauf sehr bald das entgegengesetzte Süd- und Südwestfallen folgt. Das letzte ist in der Nähe des Turlo-Passes überall herrschend; man trifft es im Ansteigen aus dem Quarazzathale schon am Fusse der steilen Wände unter den Scarpealpen (5072'). Die Schichten des feinkörnigen, zuweilen ziemlich glimmerreichen und glimmerschieferartigen Gneisses fallen mit 40 bis 44° nach S. 30° W.

Dieser Gneiss ist überlagert von einer mächtigen Folge von Grauen und Grünen Schiefern mit ihren mannigfachen Gesteinarten, welche alle, unter etwas stärkeren Winkeln von 45 bis 65°, das gleiche Südfallen und Südwestfallen zeigen. Ob dasselbe an einzelnen Punkten theilweise nach Südosten abwich, vermochte ich nicht zu entscheiden. Diese Fallrichtung macht sich, bei der deutlichen Schichtung, schon sehr schön bemerkbar, wenn man von einem gegenüberstehenden höheren Punkte, z. B. von der Vincenthütte aus, die Gipfel der Cima di Rima, des Corno Moud, oder die hübsche Pyramide des Taglia-Ferro betrachtet.

Weiter nach abwärts, ausserhalb Riva, werden die Schiefer von Granit begrenzt, welcher mit anderen verwandten Gesteinarten in den unteren Theilen des Sesiathales eine grosse Ausdehnung erreicht, und nicht mehr zur Gruppe des Monte-Rosa gehört.

3. Profil von Zermatt auf den Gipfel des Monte-Rosa.

Der Längen- und der Höhenmassstab sind beide = 1:50000. Die mittlere Richtung des Durchschnittes ist von Nordwesten nach Südosten; derselbe geht von Zermatt zum Riffelhorn, von hier mehr in östlicher Richtung zum Hochthäligrat, und biegt dort wieder nach Südosten um.

Die Schiefer oberhalb Winkelmatten in der Nähe der Alpenhütten „Im Moos“ fallen mit 45—52° nach N. 58° W., und dieses Fallen hält auch weiter nach aufwärts an; später wird die Schichtung durch die Vegetation und durch die Verwitterung der Beobachtung entzogen, bis man auf der linken Seite des kleinen Thales, in welchem sich die Alpenhütten von Augstkumm befinden, die Schichtenköpfe von Schiefern trifft, welche nach S. W. fallen. Ich fand bei 180—210 Fuss über den Alpenhütten eine Neigung von 50—58° nach S. 42—55 W. Dieses Südwestfallen, wie mir schien, zuweilen etwas weniger steil, setzt sich auch auf dem breiten Rücken des Riffelberges bis zu den stockförmigen Serpentinmassen des Riffelhornes fort. Sobald man später über die steile Abdachung hinabsteigt, welche der Riffelberg und der Hochthäligrat überall dem Gornergletscher zukehren, so bemerkt man in den

dort auftretenden Schiefern wieder N. W.- und W. N. W.-Fallen mit einer Neigung von ungefähr 35—43°.

An diesen Entblössungen des Riffelberges zeigt sich sehr schön die Lagerung einiger kleineren Serpentinmassen zwischen den Schiefern. Man sieht deutlich, dass zuweilen ähnliche Streifen mehr oder minder regelmässig auf grösseren Strecken den Schichten parallel verlaufen. Dieses ist z. B. bei dem schmalen ziemlich langen Streifen der Fall, welcher auf der Karte und dem Profile eingetragen ist. Derselbe besteht aus einem schaligen, hellgrünen Serpentin.

Die Grauen und Grünen Schiefer zeigen hier die gewöhnlichen Abänderungen; sie werden an einzelnen Stellen quarzreicher und mehr wahren Glimmerschiefern ähnlich, z. B. in der Nähe von „In den Gadmen"; auch bemerkte ich östlich von der Rothen Kumme zwischen den Schiefern mehrere Lagen von hellen, krystallinischen Quarzgesteinen, auf den Spaltungsflächen von zahlreichen weissen Glimmerblättchen bedeckt.

Der Vollständigkeit wegen möge noch eine ziemlich mächtige Conglomerat- und Tuffbildung erwähnt werden, welche sich nicht weit von den angegebenen Serpentinstreifen gebildet hat; es ist ein ziemlich festes, sehr feinkörniges, poröses und kalkiges Gestein von hellgelber Farbe; es finden sich darin Quarzkörner, Glimmerblättchen und vorzüglich hellgrüne Serpentinstückchen eingeschlossen. In einigen Schluchten sind ziemlich grosse Mengen dieser Bildungen angehäuft.

Die Gneissschichten des Monte-Rosa fallen stets nach W. N. W., nämlich nach N. 65—75 W. In den unteren Theilen ist die Neigung 30—35°, und zuweilen auch 37°; in den höheren Theilen und in der Nähe der Gipfel wird dieselbe geringer, sie scheint dort 15 bis 20° nicht zu übersteigen. Diese Schichtenstellungen kann man besonders an dem Kamme, welcher sich vom Nordende zum Gornergletscher herabzieht, und an den Felsen des Höchsten Gipfels beobachten.[1]

4. Profil der südlichen Abdachung des Monte-Rosa gegen das Lysthal.

Der Längen- und der Höhenmassstab sind 1:50000; die Richtung des Durchschnittes ist von Süden nach Norden.

Der Kamm auf der linken Seite des Lys- oder Gressoneythales zeigt, wie alle jene Kämme, welche sich von Süden her an den Monte-Rosa anschliessen, stets Süd-Fallen; dasselbe weicht theilweise nach Südwesten oder Südosten ab. In den Schiefern des Ollen[2] fand ich eine Neigung von 40—44° fast genau nach Süden.

---

1) Ueber die gangartigen Verzweigungen eines granitischen Feldspathgesteines in dem Glimmerschiefer des höchsten Gipfels vergl. Profil 5 und Seite 152.

2) Vergl. über die Lagerungsverhältnisse der Schiefer und des Serpentins am Ollen Seite 153. Ich möchte hier noch speciell bemerken, dass die Verbreitung des Serpentins im oberen Otrothale auf der

Der feinkörnige Gneiss des Corno Camozzo fällt nach S. S. W. mit einer Neigung von 15—20°. Die gleiche Fallrichtung bemerkt man, wenn man über die östliche Abdachung des Colle delle Piscie zu den Minen von Bours hinabsteigt; die Neigung scheint hier etwas stärker zu sein, sie schwankt zwischen 18—23°.

In den Umgebungen der Vincenthütte und etwas nördlich davon nähern sich die Schichten mehr der horizontalen Lage. Die Schichtung ist zwar durch die Verwitterung und durch die so verbreitete schalige Absonderung des Gneisses häufig undeutlich gemacht, jedoch lässt sich dieselbe mit grosser Bestimmtheit an den natürlichen Entblössungen erkennen, welche die steilen Felsenwände darbieten. Die Gneissschichten, in einer Dicke von ½ bis 1½ Fuss, fallen im Mittel mit 10° nach S. 45° W. Man beobachtet jedoch auch 8—13° und wie es scheint selbst 15° nach S. 42 W. bis S. 55 W.

Die sehr kleinen, auf dem Profile hier angegebenen Serpentinstreifen bestehen theils aus einem hellgrünen, schaligen Serpentin, theils aus dicht verwachsenen Strahlstein- und Hornblendegesteinen, welche wegen ihrer innigen Beziehungen zum Serpentin mit demselben vereinigt werden mussten. Diese Gesteine, mit sehr wechselnder Mächtigkeit und, wie es scheint, mit unregelmässiger Ausdehnung, befinden sich entweder unmittelbar zwischen dem Gneisse oder sie werden von demselben durch weisse Quarzbänder geschieden. Es zeigen sich ähnliche kleine Einlagerungen von Serpentin und verwandten Gesteinen auch noch an einigen anderen Punkten längs der südlichen Grenze des Gneisses, z. B. am Hochlicht, auf der Nase, auf Felik u. s. w.; es war mir nicht möglich dieselben auf der Karte speciell anzugeben.

In dem Kamme, welcher vom Stollenberg weiter nördlich bis gegen die Vincentpyramide reicht, schliessen sich Schichten an, welche von der horizontalen Lage nur sehr wenig abweichen; wo sich eine schwache Neigung erkennen lässt, ist dieselbe nach S. W. gerichtet.

Auf dem Gipfel der Vincentpyramide selbst ist das Gestein mit einer dicken Lage von Schnee bedeckt; man kann jedoch an den Felsen, welche unterhalb des Gipfels in den kleinen Mulden gegen den Lysgletscher zu Tage treten, ebenso wie am Schwarzhorne, Balmenhorne und an der Parrotspitze die Schichtung von verschiedenen Seiten aus beobachten. Die Schichten fallen im Mittel fast genau nach Westen mit einigen kleinen Abweichungen, welche bald gegen W. N. W. bald nach W. S. W. zu gehen scheinen. Die Neigung ist sehr gering, sie dürfte 12—18° nicht übersteigen. Zuweilen könnte man die Schichten für ganz horizontal halten, wenn man z. B. ihre Anschnitte an den gegen Osten gerichteten steilen Felsenwänden betrachtet; jedoch an der Süd- oder Nordabdachung der verschiedenen Gipfel, wo man das richtige Profil der Schichten vor sich hat, überzeugt man sich

---

Karte nur ganz im allgemeinen angegeben werden konnte, was auch durch ein Fragezeichen an der betreffenden Stelle angedeutet ist. Das schlechte Wetter und der Nebel verhinderten mich die Grenzen bestimmter zu verfolgen.

von ihrer etwas nach Westen geneigten Stellung.[1] Diese westliche Richtung scheint den Uebergang zu vermitteln in das W. N. W.- und N. W.-Fallen; dieses herrscht, wie wir bereits früher sahen, überall in der Verlängerung dieses Profils in den weiter nördlich gelegenen Gipfeln des Monte-Rosa, und in den Felsenkämmen, welche aus den Firn- und Eismassen des Gorner-Gletschers hervorragen.

Als allgemeiner Charakter in der Structur der Monte-Rosa-Gruppe tritt hervor, dass die Grauen und Grünen Schiefer und der Serpentin von der centralen Gneissmasse abfallen und derselben ihre Schichtenköpfe zukehren.

Im Wallis, auf der Nordwest- und Westseite des Monte-Rosa, fallen die Schichten nach N. W. oder W. N. W., während auf der entgegengesetzten östlichen und südlichen Abdachung, in Piemont, theils Südfallen, theils Südwest- und Südostfallen herrscht. Die Schiefer ruhen in gleichförmiger Lagerung auf den Gneissschichten, welche mit ihnen die antiklinale Stellung an den beiden Seiten der Gebirgsgruppe theilen. Die centrale Gneissmasse zeigt, wenn man die Lagerungsverhältnisse an verschiedenen Punkten zusammenfasst, in grossartigem Massstabe eine gewölbeartige Biegung der Schichten. Die Gewölbestructur ist durch mehrere Einschnitte und Thäler unterbrochen, unter welchen das Circusthal von Macugnaga das grösste und wichtigste ist.

Der Monte-Rosa bildet jedoch nicht eine einfache, regelmässige Gewölbekette; in dieser müsste der Scheitelpunkt des Gewölbes und somit die horizontalen Schichten die höchsten Theile des Gebirges einnehmen; man beobachtet im Gegentheile in dem ganzen Hauptkamme und an den Gipfeln des Monte-Rosa eine deutliche Neigung der Glimmerschieferschichten gegen W. N. W., welche sich an der Vincentpyramide gegen Westen umdreht, mit Winkeln von 12—20°. An den weit niedrigeren Bergen, welche im Osten der steilen Abdachung des Monte-Rosa-Kammes gegenüberstehen, am Pizzo-Bianco und an der Cima delle Loccie herrscht anfangs noch schwaches N. W.- und W. N. W.-Fallen, welches erst später in das entgegengesetzte S. W.- und Süd-Fallen übergeht. Man muss zur Erklärung dieser und ähnlicher Verhältnisse wohl annehmen, dass sich bei der Erhebung so ausgedehnter Felsmassen vertikale Spalten gebildet haben, auf welchen partielle Senkungen und Verwerfungen stattfanden; es konnten hierbei unter dem grossen Drucke der Gesteinmassen in der Nähe manche Unregelmässigkeiten der Schichtenstellung bewirkt werden und auch zum Theil neue secundäre Hebungen entstehen.

1) Bei der mittleren Richtung des Durchschnittes von Süden nach Norden müssten die nach Westen fallenden Schichten der Vincentpyramide hier als horizontal erscheinen; da jedoch das Profil sich in den oberen Theilen etwas nach Nordwesten umbiegt, so schien es mir nicht unpassend, die gegen Westen gerichtete Neigung dieser Schichten noch anzudeuten.

Die Richtung der Erhebungslinie scheint im allgemeinen von S. S. W. nach N. N. O. zu gehen; sie ist also parallel mit jener Hebungslinie, welche Élie de Beaumont als System der westlichen Alpen bezeichnet hat.[1]

Bei der geringen Neigung und der gleichförmigen Lage der Schichten konnte jener langgezogene und ununterbrochene hohe Kamm gebildet werden, welcher den Monte-Rosa im Gegensatze zu andern Alpengruppen, z. B. dem Mont-Blanc, den Berner Alpen u. s. w., charakterisirt. Man unterscheidet auf demselben neun einzelne Gipfel, welche auf dem Durchschnitte Taf. II dargestellt sind. Es scheinen die einzelnen Gipfel ihre Entstehung nicht speciellen Hebungen zu verdanken, von welchen man nirgends Andeutungen beobachtet. Da die vier nördlichen Gipfel in ihrer Höhe so wenig differiren und verhältnissmässig nicht sehr bedeutend über den Kamm selbst emporragen,[2] so können sie sehr leicht durch die ungleiche Verwitterung des Glimmerschiefers hervorgebracht worden sein, welcher bald glimmerreicher und schieferiger, bald quarzreicher und härter ist. Allerdings findet man gegenwärtig ungemein wenig Verwitterungsproducte auf den Abhängen der Gipfel, da ihre Steilheit bewirkt, dass alle Trümmer auf die Firn- und Schneemassen des Macugnaga- oder Gornergletschers hinabstürzen.[3] Weiter nach Süden von der Signalkuppe bis zur Vincentpyramide vermindert sich die Erhebung der Gipfel ebenso wie jene des Kammes sehr bedeutend, und es sinkt z. B. die niedrigste und letzte Spitze, die Vincentpyramide, auf 13003′ herab.

Die allgemeinen orographischen Verhältnisse schliessen sich sehr deutlich an die geologische Structur dieser Gebirgsgruppe an; der Monte-Rosa bildet gleichsam das Centrum, gegen welches von verschiedenen Seiten her mächtige Bergketten und lange Thäler ansteigen.

Der Serpentin scheint keinen Antheil an der Aufrichtung dieser Gebirge gehabt zu haben. Er liegt, im Grossen betrachtet, mehr oder minder regelmässig zwischen den

---

1) Vergl. Elie de Beaumont's ausführliche Darstellung der verschiedenen Hebungssysteme in dem Werke: Notice sur les systèmes de montagnes. 3 Vol. 1852.

2) 180 bis 300 und höchstens 600 oder 650 Fuss.

3) Beispiele für den bedeutenden Einfluss der Verwitterung auf die Zertrümmerung und Zerstörung der Felsen kann man allenthalben in den höheren Theilen der Alpen beobachten.

Ich habe in Fig. 2 Taf. XV einige sehr zerspaltene Gneissfelsen dargestellt, welche sich unmittelbar im Westen der Vincenthütte auf der Wasserscheide zwischen dem Lys- und dem Sesiathale befinden. Grosse Klüfte, 10 bis 30 Fuss tief, in ihren oberen Theilen 2 bis 9 Fuss weit, durchziehen das Gestein in allen Richtungen, so dass einzelne Felsenmassen dadurch völlig isolirt werden. An den Wänden der Spalten erkennt man deutlich die nur sehr wenig geneigten und fast horizontalen Schichten des Gneisses. Zunächst der Oberfläche ist der Zusammenhang der Schichten etwas gelockert, und einzelne grosse tafelförmige Massen sind vom Froste gänzlich losgesprengt. Die Knollen, welche man bei *aaa* bemerkt, sind durch härtere Ausscheidungen von blauem und blaugrauem Feldspath veranlasst (vgl. S. 150), welcher mit weissem, feinkörnigem Quarz fest verwachsen ist, und oft ziemlich bedeutend über das umgebende Gestein hervorragt.

Schiefern,[1] deren Stellung dabei von seinem Auftreten im allgemeinen unabhängig ist und zunächst durch die Beziehung ihrer Lagerungsverhältnisse zur Gneissmasse bedingt wird.[2] Nur am Riffelberge (Prof. 3) dürfte man vielleicht geneigt sein das anormale und lokal beschränkte Südwestfallen der Schiefer mit der Entwickelung des Serpentins und mit den mannigfachen Veränderungen der Schiefer selbst in Verbindung zu setzen.

Im Osten, wo der Gneiss der Monte-Rosa-Gruppe unmittelbar sich an jene Gesteine anschliesst, welche Studer unter der Benennung Tessiner Alpen zusammengefasst hat, scheint derselbe östlich von Pestarena, am Col d'Egua u. s. w. mit der später folgenden Zone des vertikal-stratificirten Gneisses zusammenzustossen.[3]

Im Süden lässt sich die Wirkung der Monte-Rosa-Erhebung in den Thälern der Lys und in jenen von Ayas und Val-Tournanche ziemlich weit verfolgen.

An dem hohen Rücken, welcher im Westen von dem Lyskamme über das Breithorn, den Theodulpass bis zum Matterhorn fortsetzt, sind die Lagerungsverhältnisse ziemlich unregelmässig. Die Schichten sind im allgemeinen nur wenig geneigt und zuweilen nahezu horizontal; auf dem Matterjoch und an den Abhängen zu beiden Seiten fallen sie schwach nach W. N. W. oder fast W.; auf dem Kleinen Mont-Cervin[4] sind sie nach Saussure (§ 2256) etwas gegen S. W. geneigt, während sie am Matterhorn oder Grossen Mont-Cervin unter viel stärkeren Winkeln bis zu 45° nach S. W. fallen. Diese verschiedenen Neigungsverhältnisse der Schichten, ebenso wie die auffallenden Gebirgsformen und die breite Hochfläche, auf welcher sich der Theodul- und der Furkegletscher befinden, machen es wahrscheinlich, wie auch Studer annimmt, dass hier in einer mächtig und gleichförmig erhobenen Gebirgsmasse spätere Einstürzungen und Veränderungen der Schichtenstellung stattfanden.

Im Nordwesten und Norden wird der Einfluss der Gneissmasse des Monte-Rosa auf die Erhebung der umgebenden Schiefer schon in einer Entfernung von etwas mehr als 1 Meile durch das Auftreten eines neuen Gneisszuges begrenzt,[5] welchen man mit Studer als Centralmasse der Walliser Alpen bezeichnen kann. Dieselbe trägt mit steiler, theilweise fächerförmiger Schichtenstellung die Gipfel

---

1) Die Begrenzung zwischen dem Serpentin und den Schiefern ist, wie ich bereits früher erwähnte, oft sehr unregelmässig. Man wird entschuldigen, wenn ich auf den Profilen, um ein allgemeines Bild der Lagerungsverhältnisse zu geben, so wie sie sich mir darstellten, die Grenzen zuweilen etwas bestimmter ziehen musste, als sie vielleicht in einzelnen Fällen sein möchten.

2) Ich bedauere hierin nicht mit den Ansichten übereinstimmen zu können, welche Herr Engelhardt in Beziehung auf die Serpentinerhebungen am Monte-Rosa in seiner an topographischem Detail so reichhaltigen neuen Arbeit (der Monte-Rosa und das Matterhorn-Gebirge S. 197. u. ff.) mitgetheilt hat.

3) Vgl. Saussure § 2148 und Studer.

4) Der Cime brune des Breithornes von Saussure.

5) Vergl. Seite 157 und Profil 1.

des Mischabel [1] und des Weisshornes, welche an Höhe dem Mont-Blanc und Monte-Rosa zunächst stehen. Die Schiefer und der Serpentin des Riffelberges, des Rothhornes u. s. w. mit ihren sanfteren Formen bilden, von der Höhe aus gesehen, eine auffallende Niederung zwischen den beiden mächtigen Centralmassen, welche sich hier gegenüberstehen.

---

1) Das Täsch- oder das Lagerhorn, die höchste Spitze der Mischabelhörner, ist nach BERCHTOLD 4558 M. 14032 P. F.; das Weisshorn, westlich von Randa 4515,3 M. 13900 P. F. ZIEGLER's Hypsometrie. S. 132.

Bemerkung. Die nähere Erläuterung der Tafeln VI, VII, VIII, IX, XII, XIII u. s. w., auf welchen einige in topographischer Beziehung vorzüglich wichtige Punkte des Monte-Rosa und seiner Umgebungen abgebildet sind, ist am Schlusse dieses Buches gegeben.

CAP. IV.

BEMERKUNGEN ÜBER DIE SCHALIGE ABSONDERUNG, WELCHE DER GRANIT UND DER GNEISS IN DEN ALPEN ZEIGEN.

INHALT.

Erläuterung einiger Abbildungen. Eigenthümlichkeiten und Bildungsweise der schaligen Absonderungen. Vergleich ihrer Formen mit den Felsschliffen, welche durch die Wirkungen der Gletscher hervorgebracht werden.

Der Granit ebenso wie der Gneiss sind nicht selten in concentrische und geglättete Schalen abgesondert. Ich hatte Gelegenheit diese Schalenstructur in den Berner Alpen und in den Umgebungen des Monte-Rosa etwas näher zu beobachten; sie tritt in diesen beiden Gebirgsgruppen in bedeutender Ausdehnung auf; jedoch kann man wohl in allen grösseren Granit- und Gneissmassen der Alpen ähnliche Erscheinungen erkennen.[1]

Die innere Structur und die Entstehungsweise der Granit- und Gneissgewölbe wurde vorzüglich von Leopold von Buch klar entwickelt.[2] Wenn ich nach dessen ausgezeichneter Abhandlung nochmals auf diesen Gegenstand zurückkomme, so geschieht es zunächst um eine Erläuterung der Abbildungen auf Tafel IX, XIV und XV zu geben, auf welchen ich versuchte einige der merkwürdigen und mannigfaltigen Formen dieser schaligen Absonderungen darzustellen.

---

1) Selbst in den kleineren Gneisspartieen, welche zwischen den Schiefern der savoyischen Alpen hervortreten, zeigen sich zuweilen sehr schöne Schalen; so bei Bonneval und am Wege von dort zum Col d'Iséran, oder auch unterhalb La Croix an der Strasse, welche vom Mont-Cenis nach Susa führt. Solche Formen finden sich nach Studer (Physikal. Geographie und Geologie II. 166) auch im Gneiss der Trontano-Schlucht bei Domodossola. In Tyrol hat L. v. Buch auf die ausgezeichneten Granitgewölbe aufmerksam gemacht, welche in der Brixener Klause bei Unterau vorkommen.

2) Ueber Granit und Gneiss, vorzüglich in Hinsicht der äusseren Form, mit welcher diese Gebirgsarten auf der Erdfläche erscheinen. Berl. 1844. (Aus den Abhandlg. der Akad. für 1842.)

Man vergleiche auch die Beobachtungen über die kugeligen Absonderungen dieser Gesteine in verschiedenen Theilen der Erde von Alexander von Humboldt, und die interessanten Bemerkungen darüber in Kosmos Band I. S. 261 u. 262.

Die Formen und die Bildungsweise der verschiedenen Absonderungen der Felsarten im allgemeinen wurden betrachtet von J. Roth, die Kugelformen des Mineralreiches und deren Einfluss auf die Absonderungsgestalten der Gesteine. 1844. 4°.

Fig. 3 Taf. XIV zeigt einen Theil grosser, flachgewölbter Schalen auf der linken Seite des Quarazza-Thales, welche treppenförmig eine unter der anderen hervortreten; sie sind hier von unten aus gesehen, wobei uns die Anschnitte *bb* ihre Dicke erkennen lassen. Die breiten sphärischen Flächen *a* sind sehr glatt, und fein geritzt; sie setzen sich ohne die geringste Verminderung ihrer Glättung zu erleiden unter der darüber liegenden und sie umfangenden Schale fort. Nicht selten entstehen durch die Gewalt des eindringenden und gefrierenden Wassers Oeffnungen, von mehreren Zoll Weite, zwischen den einzelnen Schalen; es werden auf diese Weise allmählig grosse Platten losgesprengt, so dass die darunter befindliche glatte Fläche am Tage erscheint.

In Fig. 4, vom Thierberg am rechten Ufer des Aargletschers, sind kleinere und stärker gekrümmte Granitschalen abgebildet. Die glatten Flächen derselben sind in *aa*, die senkrecht darauf stehenden Anschnitte in *b* sichtbar; bei *b** ist durch die Verwitterung eine kleine Unterbrechung in der regelmässigen Folge der concentrischen Lagen entstanden. Die Schalen *a** sind etwas mehr nach vorwärts, mehr gegen den Beobachter geneigt, als die übrigen. Aehnliche Abweichungen in der Krümmung und Richtung sehr wenig entfernter Absonderungsflächen kann man sehr häufig beobachten.

Sehr sonderbare Formen zeigt in Figur 1 Taf. XV, auf der linken Seite der Zeichnung, die Profilansicht der Gneissschalen, welche durch die Verwitterung vielfach zerrissen sind. Auf der rechten Seite erblickt man mehr die breiten, glatten Oberflächen der Schalen, bei *aaa*. Der Saumweg von der Lavez-Alpe zur mittleren Baraque im Lysthal führt bei diesem Punkte vorüber.

Tafel IX enthält eine Uebersicht der schaligen Absonderungen, welche die ganze Masse des Stollenberges, unmittelbar im Norden der Vincenthütte durchziehen. Die grösste und zusammenhängendste Schale ist jene, welche auf dem Deckblatte mit Nr. 1 bezeichnet ist; der regelmässige Verlauf der übrigen ist vielfach unterbrochen, und es blieben oft nur kleine Theile derselben an den steilen Felsenwänden erhalten. Auf dem Deckblatte wurden der grösseren Deutlichkeit wegen die glatten Absonderungsflächen durch ein *a* unterschieden.

In den oberen Theilen des Berges ist der Zusammenhang des Gesteines durch die Verwitterung und den Frost sehr gelockert; die gewölbten Platten liegen nur lose übereinander, und es entstehen nicht selten kleine Thürme oder wie durch Menschenhände gebildete Steinpyramiden (Nr. 3 und 4 der Pause), in welchen sich die ursprüngliche Schalenstructur noch theilweise erkennen lässt.

Am Stollenberg hatte ich auch Gelegenheit die Gneissschalen noch weiter in das Innere der Felsmassen zu verfolgen. In den drei Stollen,[1] welche früher zur Ge-

1) Die Oeffnung des mittleren Stollens ist auf der Zeichnung sichtbar. Die übrigen sind auf der Karte Taf. I angegeben.

winnung der Golderze angelegt wurden, trifft man 100 bis 130 Fuss weit von der Aussenfläche des Berges entfernt verschiedene concentrische Schalen; sie zeigen ganz die gleiche Glättung und Streifung wie jene am Eingange, deren unmittelbare Fortsetzung sie bilden.

Da wo die Schalenstructur sehr entwickelt ist, verschwindet die Stratification der Gesteinmassen, sie ist jedoch oft in geringer Entfernung von diesen Punkten wieder erkennbar. Auf Tafel IX zum Beispiel unterscheidet man bereits an den weiter rückwärts liegenden Felsenwänden deutlich die regelmässigen Schichten des Gneisses, welche dort fast horizontal liegen oder nur sehr schwach nach S. W. fallen.[1]

Die Richtung dieser sphärischen Absonderungen scheint unabhängig zu sein von dem herrschenden Fallen und Streichen der Schichten; sie durchschneiden dasselbe unter sehr verschiedenen spitzen und stumpfen Winkeln, auch können die Schalen so ziemlich rechtwinkelig auf dem Schichtenfallen stehen.

Die Krümmungen der Schalen sind nicht alle parallellaufend, sondern ihre Verlängerungen würden sich nicht selten unter verschiedenen Winkeln schneiden, wie zum Beispiel eine Vergleichung der Flächen 1 u. 2 auf Tafel IX zeigt. Auch kann man zuweilen an derselben Schale, wenn sie sich auf längeren Strecken verfolgen lässt, kleine Aenderungen in dem Grade ihrer Krümmung und in der Richtung ihrer grössten Neigung erkennen.

Die Glättung der Schalen scheint theils mit der Art und Weise der Absonderung selbst zusammenzuhängen, theils auch durch eine Verschiebung der concentrisch und gewölbeartig gebogenen Lagen entstanden zu sein; bei dem letzteren Vorgange wurden zugleich durch einige weiter hervorstehende und härtere Theile jene Streifung und jene Ritzen hervorgebracht, welche sich an den Schalenflächen stets mehr oder minder deutlich beobachten lassen. Auf keinen Fall kann, wie auch Leopold von Buch auf das deutlichste bewiesen hat, die Glättung derselben durch die Bewegung der Gletscher oder durch die Reibung grosser Schutt- und Schlamm-Massen bewirkt worden sein, weil sie sich in diesem Falle bloss auf die oberste Schale beschränken müsste.

Wenn man Gelegenheit hat schöne und wohl erhaltene, von Gletschern geschliffene Felsen[1] mit solchen Flächen unmittelbar zu vergleichen, deren Glättung von der schaligen Absonderung und Verschiebung der Gesteinmasse herrührt, so lassen sich allerdings einige unterscheidende Merkmale auffinden. An den Gletscherschliffen gehen die Streifungen im allgemeinen ziemlich parallel mit der Längenaxe des Tha-

1) Auf der Zeichnung müssen aus Gründen der Perspektive diese Schichten mehr von der horizontalen Lage abweichend erscheinen, als es in der Wirklichkeit der Fall ist.

2) In Beziehung auf die Art und Weise, in welcher die Felsen durch die Bewegung der Gletscher geglättet und geritzt werden, darf ich auf die vielen schönen Beobachtungen von Agassiz, Desor, Forbes u. s. w. verweisen. Man findet an den Ufern der grösseren Gletscher leicht Gelegenheit, sich von diesen Vorgängen unmittelbar zu überzeugen. Vergl. zum Beispiel Forbes travels 1843. p. 203.

les, obgleich an Stellen, an welchen die Eismassen durch grössere Unebenheiten des Bodens aufgehalten und emporgeschoben werden, ziemlich bedeutende Abweichungen von dieser Regel und vielfache Kreuzungen der Ritzen entstehen. An den glatten Schalenflächen hingegen folgen die Streifen vorzugsweise der Linie der grössten Neigung dieser Schalen, welche jedoch an einzelnen Theilen der Berge, wie ich selbst mehreremale fand, mit der Längenaxe des Thales ungefähr zusammenfallen kann. Auch bemerkt man an den schaligen Absonderungsflächen des Gneisses und Granites zuweilen, aber durchaus nicht immer, wenn man sie in verschiedenen Stellungen gegen das einfallende Licht untersucht, einen etwas grösseren Glanz und, in einzelnen Partieen, ein etwas mehr glasiges Ansehen als an den Gletscherschliffen; diese Erscheinung rührt vielleicht von ganz feinen Ausscheidungen her, welche in solchen Fällen an der Oberfläche während der Absonderung stattfanden. Aber man darf nicht vergessen, dass die Gletscherschliffe und die glatten Flächen der Schalen, welche wir untersuchen, gewöhnlich schon während sehr langer Zeit den Einwirkungen der Atmosphäre, des Regens u. s. w. ausgesetzt waren, so dass sie nicht mehr völlig unversehrt erhalten blieben; auch sind von Anfang an die verschiedenen Arten von Schliffflächen nur selten so vollkommen auf so grossen Strecken entwickelt, dass alle Eigenthümlichkeiten und kleinen Verschiedenheiten derselben klar hervortreten. Man wird daher, wie mir scheint, in den meisten Fällen aus den äusseren Characteren allein die Gletscherschliffe von den glatten Oberflächen der Schalen nur auf sehr unvollkommene Weise unterscheiden können; diese Schwierigkeit verschwindet sogleich, wenn man zu einer näheren Betrachtung der inneren Structur der Felsen übergeht.

Eine vorsichtige und sorgfältige Untersuchung dieser letzteren, an verschiedenen Stellen, ist um so mehr nöthig, da ohne dieselbe bei der grossen Entwickelung, welche zuweilen die schaligen Absonderungen in den Granit- und Gneissmassen der Alpen erlangen, manche Irrungen unvermeidlich wären.

Oefter treten an den Abhängen zahlreiche Systeme kleinerer sphärischer Absonderungen auf, welche dem Gebirge einen sehr eigenthümlichen Anblick verleihen. Besonders schön beobachtet man dieselben in dem Granite der Berner Alpen, in den Umgebungen der Grimsel und des Unteraargletschers.

An den Bergen auf der linken Seite des Aargletschers (Fig. 2 Taf. XIV) zeigen sich uns sehr deutlich solche Gruppen von Schalensystemen; die Abhänge erscheinen dadurch bedeckt mit gerundeten Hervorragungen, Rundhöcker oder Roches moutonnées genannt. Untersucht man ihre Structur von verschiedenen Seiten aus und besonders in den Entblössungen, welche durch einzelne tiefer eingeschnittene Rinnen dargeboten werden, so überzeugt man sich auf das bestimmteste, dass diese Formen nicht bloss äusserliche sind, sondern mit der erwähnten schaligen Absonderung des Granites zusammenhängen. Man findet verschiedene concentrisch sich bedeckende

Schalen,[1] von denen auch die tiefer liegenden die gleiche Glättung wie jene an der Oberfläche zeigen.

Steht man den Abhängen gerade gegenüber, so könnte es allerdings scheinen, als ob die gerundete und cylindrische Gestalt der Felsen eine bloss auf die Aussenfläche derselben beschränkte Erscheinung wäre, aber sobald man durch eine wiederholte Untersuchung dieser Bildungen in der Nähe mit den Formen derselben vertraut geworden ist, erkennt man selbst aus einiger Entfernung, bei günstiger Beleuchtung, die schalige Structur der Felsmassen; es ist dabei sehr vortheilhaft, wenn der Standpunkt so gelegen ist, dass man die Berge unter einem etwas spitzen Winkel ansieht. Auf der Figur 2 Taf. XIV habe ich den Versuch gemacht von einem ähnlichen Standpunkte aus die sonderbaren Formen am linken Ufer des Aargletschers wiederzugeben, und zugleich so viel als möglich ihren Zusammenhang mit der inneren Structur der Felsen hervorzuheben. Auf der Ansicht dieser Berge, welche in dem schönen Atlas von Agassiz (Système glaciaire 1847 Pl. A.) mitgetheilt ist, hat der Künstler einen Standpunkt gewählt, welcher sich mehr der Mitte gegenüber befand; ich erlaube mir zu bemerken, dass ein so gelegener Punkt wohl weniger geeignet ist die Natur dieser Formen klar und richtig hervortreten zu lassen.

Wenn man die grossen Oscillationen berücksichtigt, welchen die Gletscher noch in historischen Zeiten unterworfen sind, wird man gerne zugeben, dass gerade in dieser Lokalität der Einfluss der Gletscher auf den Boden sich in grosser Ausdehnung geäussert haben kann.

An den unteren Theilen der Berge wurden dadurch in evidenter Weise vielfache Streifen und Ritzen hervorgebracht, welche der Wirkung des Gletschers zuzuschreiben sind, und jene Stellen, an denen nicht schon ohnediess die glatten Flächen der Granitschalen zu Tage gingen, wurden dadurch ebenfalls abgeschliffen und polirt. Meine Absicht ist nur darauf aufmerksam zu machen, dass die gerundeten Formen und die Glättung der Felsen, welche man hoch an den Abhängen hinauf verfolgen kann, in ihrer allgemeinen Erscheinung von der inneren Schalenstructur des Granites bedingt werden. Den besten Beweis hiefür liefert auch der Umstand, dass an den Abhängen des Ewigen Schneehornes u. s. w., weiter rückwärts im Thale, welche vorzugsweise aus krystallinischen Schiefern bestehen,[2] die Rundhöcker und die allgemeine Glättung der Felsen verschwinden, weil eben diesen Gesteinen nicht mehr jene schalige Absonderung eigenthümlich ist, wie dem Granite. Jedoch da,

---

1) Vergl. die Stellen *a. a.* der Zeichnung, an welchen die Ueberlagerung der Schalen am besten sichtbar wird.

2) Nur zuweilen sind zwischen den Glimmerschiefern, Chlorit- oder Talkschiefern einzelne Gneissstreifen entwickelt. Die Schichten fallen auf dem Passe, welcher vom Gauligletscher nach dem Aargletscher führt, ebenso wie am Ewigen Schneehorn mit einer Neigung von 55—60° nach S. S. O.

wo der Granit auftritt[1] (vergl. Fig. 1 Taf. X) zeigen sich sehr bald in auffallender Weise schöne Schalen-Systeme und Rundhöcker.

Specielle Erwähnung verdient noch die Erscheinung, dass die Rundhöcker und die sphärischen Absonderungen des Granites mehr an den unteren Theilen dieser Berge entwickelt sind, während sich über denselben steile, zackige Gräte und Gipfel erheben, welche mit den tieferen Abhängen fast immer aus dem gleichen Gesteine bestehen. Desor[2] hat dieses Verhältniss besonders hervorgehoben; er nahm an, dass die Abrundung und Glättung der unteren Theile durch die Bewegung und Reibung der Gletscher hervorgebracht worden sei, und dass die Linie, bei welcher sich die steilen Kämme über den gerundeten Felsmassen erheben, die Höhe des früheren Gletschers bezeichne.

Ich bedauere hierin mit diesem Beobachter, welchem man so viele wichtige Aufschlüsse über die Phänomene der Gletscher und über die topographischen und geologischen Verhältnisse der Hochalpen verdankt, nicht übereinstimmen zu können. Abgesehen von der Frage, ob jemals die Gletscher die hier vorausgesetzten Dimensionen zu erreichen vermochten, ist es, wie mir scheint, nach dem was oben angeführt wurde, in dem vorliegenden Falle nicht möglich die gerundeten, sphärischen Formen und die allgemeine Glättung der Felsen, auch an den tiefer liegenden Absonderungsflächen, von etwas anderem als von der schaligen Structur abzuleiten, welche dem hier herrschenden Granite eigen ist.

Ferner sieht man in anderen Theilen der Alpen, zum Beispiel in den Umgebungen des Monte-Rosa, sehr schöne Gneissschalen öfter bis auf die Gipfel der Berge anhalten, wie es am Stollenberge und an anderen Punkten der Fall ist.[3] Die Schalen erreichen in dieser Gruppe zuweilen 9000 bis 10000′ und darüber, obgleich sie im allgemeinen an den etwas tiefer gelegenen Theilen der Abhänge in der grössten und mannigfachsten Entwickelung auftreten, was mit ihrer ursprünglichen Bildungsweise zusammenzuhängen scheint.

Auch in den Berner Alpen finden sich einzelne Schalenbildungen noch in grosser absoluter Höhe; und es kann, wie mir mehrere direkte Messungen und Vergleichungen zu zeigen schienen, nicht ein ganz bestimmtes und constantes Niveau für die obere Grenze der „Roches moutonnées“ angenommen werden. Ich erkannte öfter in den Umgebungen des Unteraargletschers oder am Vieschergletscher, an welchem überhaupt diese Unterschiede nicht immer so scharf ausgeprägt sind, an den oberen

---

1) Die Begrenzungslinie zwischen dem Granite und den krystallinischen Schiefern ist ziemlich unregelmässig, und man bemerkt öfter ein gangartiges Eindringen des Granites.

2) Comptes rendus. Vol. XIV. 1842. pag. 412; und Vol. XVIII. 1844. p. 305; Bulletin de la soc. géol. de France. 2e sér. Vol. III. 1846. p. 650. Man vergleiche auch Agassiz Système glaciaire 1847. p. 586.

3) Es kann dieses nur bei Bergen der Fall sein, welche ganz aus Gneiss bestehen. In dem Glimmerschiefer, welcher den obersten Kamm des Monte-Rosa zusammensetzt, bemerkt man keine schaligen Absonderungen.

Kämmen einzelne kleine Partieen mit deutlicher Schalenstructur. Diese wenig zugänglichen Gipfel sind noch nicht alle genau genug untersucht, um mit Sicherheit über das Fehlen der allmähligen Uebergänge von den unteren gerundeten und mit Schalen-Systemen bedeckten Abhängen zu den oberen, schroffen Kämmen zu entscheiden, während an einigen Punkten derselben und in anderen Theilen der Alpen solche Uebergänge bestimmt vorhanden sind. Die steileren, zackigen Formen und die Felsennadeln der Kämme sind jedenfalls einem grossen Theile nach durch die Verwitterung hervorgebracht. Auch möchte ich hier an eine für die Alpen überhaupt characteristische Erscheinung erinnern,[1] daran nämlich, dass das Querprofil der Bergketten in den oberen Theilen eine stärkere Neigung zeigt als in den tieferen, und dass sehr häufig steile, felsige Kämme und Gipfel den unteren massenhaften und sanfter abgedachten Bergen aufgesetzt sind. Man wird zum Beispiel einige Aehnlichkeit in der allgemeinen Form finden, wenn man das Profil der Berge am Ufer des Aargletschers (Fig. 2 Taf. XIV Linie *BC* der Pause) mit der Abdachung des Gabelhornes, vom Gipfel bis an den Fuss des Berges im Zmuttthal (Taf. VII) vergleicht, obgleich das Gabelhorn aus Grauen und Grünen Schiefern mit Kalkeinlagerungen besteht, welche eine sehr regelmässige Schichtung zeigen.

Als Beweis für die Entstehung der gerundeten und geglätteten Formen der unteren Abhänge durch den Einfluss der Gletscher wurde endlich auch angeführt, dass sich an diesen Abhängen im allgemeinen keine freiliegenden Felsblöcke zeigen, während man an den oberen Kämmen und Gipfeln zahlreichen cubischen oder plattenförmigen Gesteinfragmenten begegnet. Es wurde vorausgesetzt, dass die ehemaligen, ungemein ausgedehnten Gletscher an den unteren Theilen der Berge diese losen Blöcke mit fortgeführt hätten, während dieselben an den oberen Kämmen, welche damals über den Eismassen hervorragten, liegen geblieben wären.

Die Gipfel zeichnen sich jedoch in den ganzen Alpen durch eine ungemein starke Verwitterung und Zerklüftung aus, und an einzelnen Theilen derselben findet man das Gestein völlig in ein Haufwerk lose aufgeschichteter Blöcke und Tafeln zerspalten; es ist dieses eine natürliche Folge ihrer isolirten Stellung, der geringen Mächtigkeit der Felsmassen und der grossen Witterungsveränderungen und Kälteextreme, welchen dieselben ausgesetzt sind. Die tieferen Abhänge hingegen werden durch ihre Lage, durch einzelne Erdansammlungen und durch die, wenn auch spärliche Vegetation vor so ausgedehnten Zerspaltungen im allgemeinen etwas mehr geschützt. Jedoch sind auch die unteren Abhänge der Berge im Macugnaga- und Quarazzathale, oder in den Umgebungen der Grimsel, des Unteraar- und Vieschergletschers keineswegs von Schutt und von losen Felsblöcken völlig entblösst.

Wenn man wirklich die bedeutende Menge von Felstrümmern auf den Kämmen und die verhältnissmässig geringere Anhäufung der Verwitterungsprodukte auf den

1) Vergl. Cap. II. Seite 135.

unteren Abhängen dem Umstande zuschreiben wollte, dass dieselben an dem letzteren Platze von dem Eise der Gletscher früher entführt worden seien, so müsste zugleich eine sehr überraschende Stabilität in der äusseren Form und in dem Grade der Verwitterung der Berge während der langen Periode vorausgesetzt werden, welche seit der Verbreitung der erratischen Blöcke verflossen ist. Gerade in den Hochregionen sind uns sehr schöne Beispiele dargeboten für die fortwährende Veränderung der Oberfläche durch die Verwitterung, für das Herabstürzen der losen Felsblöcke mit Lawinen u. s. w.; nur auf diese Weise kann stets wieder neues Material zur Bildung der grossen Moränen herbeigeschafft werden, welche durch die fortschreitende Bewegung des Gletschers allmählig die Verwitterungsprodukte thalabwärts bringen. [1]

1) Da ich in der obigen Abhandlung einigemale die Frage von der früheren Ausdehnung der Gletscher, und das Phänomen der erratischen Blöcke berühren musste, so bitte ich die, wie ich wohl weiss, nur sehr unvollständigen Bemerkungen zu vergleichen, welche ich Cap. I Seite 123 über diesen schwierigen und verwickelten Gegenstand zusammenzustellen versuchte.

CAP. V.

ÜBER DIE MENGE DER KOHLENSÄURE IN DEN HÖHEREN SCHICHTEN DER ATMOSPHÄRE.[1]

Bei den folgenden Versuchen wurde die Kohlensäure durch drei mit Kalihydrat gefüllte Röhren absorbirt; die Feuchtigkeit der Luft wurde theils durch Chlorcalcium, theils durch Bimsstein, der mit Schwefelsäure getränkt war, entfernt. Im letzteren Falle (bei den Versuchen 3, 5, 6 und 7) war zwischen den Bimsstein- und den Kali-Röhren noch ein kleines, mit Baumwolle und Asbest gefülltes Glasrohr eingeschaltet, um die Fehler zu vermeiden, welche etwa durch ein Hinüberführen von schwefelsauren Dämpfen in die Kaliröhren befürchtet werden könnten. Es befanden sich zwei Chlorcalcium- oder Bimssteinröhren an der Einströmungsöffnung, eine dritte Chlorcalciumröhre war zwischen dem Aspirator und der letzten Kaliröhre angebracht.

Das Gewicht der Chlorcalciumröhren, welche ebenso wie die Kaliröhren theils gerade, theils U-förmig gekrümmt waren, betrug zwischen 35 und 47 Grm.[2] Ich hatte mich vor den Versuchen von der Reinheit der angewendeten Substanzen und besonders davon überzeugt, dass das Chlorcalcium keine Kohlensäure absorbirte.

Die Wägungen wurden unmittelbar vor und nach jedem Versuche (Nr. 16 ausgenommen) mit einer Wage von Kleiner angestellt;[3] dieselbe war mit einem zerlegbaren Kasten von starker Pappe versehen, welcher einen kleinen Ausschnitt hatte, um die Bewegungen am Index erkennen zu lassen.

Während des sehr kurzen Transportes von dem Aufstellungspunkte des Apparates bis zu dem abgeschlossenen Raume, in welchem die Wägungen vorgenommen wurden,[4] konnte auf keinen Fall eine Zunahme der drei Kaliröhren durch Feuchtigkeitsabsorption stattfinden; dieselben blieben an den beiden Endpunkten mit den

1) Abgedruckt in Poggendorff's Annalen. LXXXVII. S. 293.

2) Eine dritte Chlorcalciumröhre erlitt bei dem Durchstreichen von 20000 bis 30000 C. Cent. Luft nie die geringste Veränderung; die Feuchtigkeit wurde entweder vollständig oder doch dem grössten Theile nach schon in der ersten Röhre absorbirt. Die Wägungen der Chlorcalciumröhren, welche ich bei einigen Versuchen auf der Vincenthütte anstellte, werden später bei Betrachtung der Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre mitgetheilt werden.

3) Die Oberfläche der Kaliröhren wurde vor jeder Wägung sorgfältig gereinigt.

4) Bei den Versuchen in der Nähe der Vincenthütte geschah dieses in der Hütte selbst, auf dem Matterjoch in einem Zelte, in den übrigen Fällen in nahegelegenen Häusern.

Chlorcalciumröhren fest verbunden, deren Oeffnungen selbst mit langen Papierpfropfen verschlossen waren. Alle Röhren waren, um das Zerbrechen zu verhindern, auf einem reinen Brette befestigt.

Bei dem Versuche auf der Vincentpyramide wurden die Röhren am Morgen und am Abende desselben Tages auf unserer Hütte gewogen; während des Transportes waren sie mit Papierpfropfen und Kautschuck-Röhren fest verschlossen und einzeln in Papier gewickelt, in hölzernen Kästchen verpackt. Ich hatte zur Controle ein viertes, nicht zum Versuche benütztes Kalirohr, in ganz gleicher Weise verpackt, mitgenommen, dessen Gewicht des Morgens und des Abends nicht die geringste Veränderung zeigte.

Der Aspirator, aus starkem Eisenblech, mit zwei Hähnen an der Ein- und Ausströmungsöffnung versehen, fasste 7930 C. Cent. Wenn derselbe wegen momentanen Wassermangels nicht völlig gefüllt werden konnte,[1] oder um den Versuch früher abzubrechen, nicht ganz entleert wurde, so bestimmte ich die benützte Wassermenge durch ein 250 C. Cent fassendes, graduirtes Messgefäss. Der luftdichte Schluss der Kautschuckröhren, welche die verschiedenen Theile des Apparates verbanden, wurde mehrere Male während der Dauer des Versuches geprüft; ich band gewöhn-

Zusammenstellung der

Nr.	Orte der Beobachtung.	Höhe.		Zeit und Dauer des Versuches.	Barometer red. in Millim.	Temperatur der Luft ° Cels.
		Meter.	P. Fuss.			
1.	Berlin.[3]	32,5	100	19. Juni 1851 7h p. m. bis 20. Juni 10h a. m.	760,6[4]	Mittel 13
2.	Berlin.	32,5	100	20. Juni 7h p. m. bis 21. Juni 10h a. m.	761,3[5]	Mittel 14

1) Dieses war zuweilen auf der Vincenthütte der Fall, wo man sich durch Schmelzen von Schnee das nöthige Gefässen wieder aufgesammelt, um zu verhindern, dass es sich über den Boden verbreitete.

2) Relation des expériences pour déterminer les principales lois physiques et les données numériques qui entrent Bruder und ich nach den Tafeln von MARCHAND (S. 10) das Gewicht von 1000 C. Cent. Kohlensäure = 1,9870 Grm.

3) Berlin. Im Laboratorium von Hrn. Prof. H. Rose, in der Cantianstrasse; die Fenster waren geschlossen, und 9 Fuss vom Pflaster entfernt war. Auf der gegenüberstehenden Seite der Strasse befinden sich keine Häuser; sie

4) Bar.: Mittel der Beobachtungen vom 19. u. 20. Juni. Ich verdanke die meteorolog. Beobachtung für diesen und

5) Bar.: Mittel d. Beob. vom 20. und 21. Juni.

ich die Kautschuckröhren an jedem Ende mit je zwei Schnüren an die Glasröhren fest, wodurch ein ununterbrochen luftdichter Verschluss des Apparates erzielt wurde.

Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass der Hahn an der Einströmungsöffnung des Aspirators geschlossen wurde, sobald ich an dem Apparate oder in seiner Umgebung beschäftigt war; ich vermied ferner so sehr als möglich, auch wenn das Durchstreichen der Luft unterbrochen war, mich der Oeffnung der vordersten Chlorcalciumröhre zu nähern.

Die Untersuchung der atmosphärischen Luft von Berlin wurde in dem Laboratorium von Hrn. Prof. H. Rose angestellt, welcher mir auch mit zuvorkommender Güte gestattete die vorbereitenden Versuche in seinem Laboratorium auszuführen.

Für die Berechnung wurden angenommen:

Specifisches Gewicht des Kohlensäuregases nach Regnault (Pogg. Ann. Bd. 65, S. 418) 1,5291

Ausdehnungscoëfficient des Kohlensäuregases für 1° C. nach Regnault 0,003719

Gewicht von 1000 Cub. Cent. Kohlensäure bei 0° C. und 760 Mm. Bar. nach Regnault[2] . . . . 1,9774 Grm.

Versuche. 1851.

Befeuchtetes Thermometer ° Cels.	Relative Feuchtigkeit.	Volum d. unters. Luft. Cub. Cent.	Gewicht der Kaliröhren in Grammen.			Kohlens. in 10000 Volumtheilen Luft.	Bemerkungen.
			Vor dem Versuche.	Nach dem Versuche.	Zunahme.		
19. J. 10h p. m. 11,4	71	23850	28,4375	28,455	0,0175	4,22	Westwind, halbheiter. Min. d. Nacht 11,0 C. Am 19. Juni Vorm. und Mitt. war es trübe, am vorhergehenden Tage (18. Juni) trübe mit Regen.
20. J. 6h a. m. 10,25	83		18,412	18,413	0,001		
(2h p. m. 12,9)	(57)		19,930	19,9305	0,0005		
					0,019		
20. J. 10h p. m. 11,0	77	23850	28,455	28,470	0,015	3,90	Schwacher Westwind, heiter; Min. d. Nacht 12,5 C.
21. J. 6h a. m. 11,0	72		18,413	18,414	0,001		
(2h p. m. 12,9)	(40)		19,9305	19,932	0,0015		
			41,672	41,672	—		
					0,0175		

Wasser verschaffen musste. — Bei allen Versuchen (ausser dem Versuche Nr. 16) wurde das ausfliessende Wasser in

dans le calcul des machines à vapeur. 1847. p. 158. — Bei unseren früheren Versuchen in Kärnthen hatten mein angenommen.

die Luft strömte von Aussen durch eine Glasröhre ein, deren vorderes Ende 1 bis 2 Fuss von der Wand des Hauses, ist von der Spree begränzt.

lie folgenden Tage der gütigen Mittheilung des Hrn. Prof. Dove.

Nr.	Orte der Beobachtung.	Höhe. Meter.	Höhe. P. Fuss.	Zeit und Dauer des Versuches.	Barometer red. in Millim.	Temperatur der Luft ° Cels.
3.	**Berlin.**	32,5	100	21. Juni 12^h bis 4^h p. m.	761,8 Mitt. d. Tag. (2^h 761,87)	12^h 18,2 2^h 19,9 4^h 18,6 18,9
4.	**St. Jean de Gressoney**, im Lysthale in Piemont; südlich vom Dorfe in der Nähe eines freistehenden Hauses.	1370	4218	18. Sept. 1851 2^h bis 6^h 30′ p. m.	4^h 645,0	Mittel 6,0
5.	**Zermatt**, im Vispthal im Wallis; auf einer freien Erhöhung unterhalb des Dorfes; 4 bis 5 Fuss über dem Boden.	1652	5086	19. Aug. 2^h 30′ bis 7^h 30′ p. m.	5^h 631,0	3^h 17,0 5^h 10,0 7^h 6,1 11,0
6.	**Bödemié**; im Lysthale; auf einem kleinen, mit Rasen bewachsenen Hügel, 180 Schritt vom Hause entfernt.	1925	5925	17. Sept. 2^h bis 5^h 30′ p. m.	3^h 605,0	Mittel 5,0
7.	**Vincenthütte**[1].	3162	9734	4. Sept. 1^h bis 5^h p. m.	2^h 519,4 4^h 519,9 519,7	2^h 5,3 4^h 4,7 5,0
8.	**Vincenthütte.**	3162	9734	5. Sept. 11^h a. m. bis 3^h p. m.	10^h 522,9 12^h 523,0 2^h 523,0 523,0	11^h 5,6 12^h 5,6 1^h 7,4 2^h 9,1 3^h 7,3 7,0
9.	**Vincenthütte.**	3162	9734	5. Sept. 3^h 30′ bis 7^h 30′ p. m.	4^h 523,6 5^h 523,3 6^h 522,9 7^h 522,0 523,0	4^h 5,6 5^h 4,2 6^h 2,8 7^h 2,0 3,7

1) **Vincenthütte**, auf der südlichen Abdachung des Monte-Rosa, in Piemont. Im Osten der Hütte senken sic etwas unterhalb der Hütte und 44 Schritte davon entfernt, befand sich der Apparat; die Röhren ragten auf einen welcher etwa in der Hütte gewesen wäre, keinen nachtheiligen Einfluss hätte ausüben können; es wurde überdiess son

Befeuchtetes Thermometer ° Cels.	Relative Feuchtigkeit.	Volum d. unters. Luft. Cub. Cent.	Gewicht der Kaliröhren in Grammen. Vor dem Versuche.	Nach dem Versuche.	Zunahme.	Kohlens. in 10000 Volumtheilen Luft.	Bemerkungen.
—	—	11925	28,470	28,476	0,006	4,53	Schwacher Westwind, heiter. Mittel aus Num. 1, 2 und 3 = 4,22.
12,9	40		41,672	41,676	0,004		
—	(Mitt. d. Tag. 57)		18,414	18,414	—		
					0,010		
5,6	94	18400	29,0285	29,041	0,0125	4,97	Schwacher Südostwind, bewölkt; die Wolken reichten bis unter die Baumgränze herab; mit kurzen Unterbrechungen anhaltender leichter Regen während des Versuches. — Der Barometerstand bezieht sich hier ebenso wie bei Nr. 5 und 6 auf den Aufstellungspunkt d. Apparates.
			12,3845	12,3865	0,0020		
			14,941	14,9415	0,0005		
					0,0150		
13,2	63	15860	21,972	21,983	0,011	4,80	Ost-Nord-Ostwind, heiter. Trübes Wetter, zum Theil von Regen begleitet, war vorhergegangen; Der Boden war ziemlich feucht.
7,4	66		19,223	19,224	0,001		
4,7	79		13,995	13,995	—		
	69				0,012		
4,8	97	12930	29,020	29,028	0,008	4,75	Südostwind, bewölkt; die Wolken reichten bis zum Beobachtungspunkte herab und umhüllten denselben zuweilen in dichten Massen. Von 3 bis 5 Uhr leichter Regen; der Apparat war durch Bretter vor demselben geschützt.
			12,383	12,3845	0,0015		
			14,941	14,941	—		
					0,0095		
2,3	54	20000	21,991	22,009	0,018	7,53	Nordostwind; im Allgemeinen ziemlich heiter, zuweilen vorüberziehende Wolken u. Nebel. Boden sehr feucht; des Morgens war er mit einer dünnen Schneelage von 1 Cent. bedeckt.
4,7	100		14,895	14,897	0,002		
	77		13,7205	13,7205	—		
					0,020		
5,2	94	15500	14,897	14,9115	0,0145	7,30	Südwestwind, halbheiter; von 12 Uhr ab war die Hütte nicht selten von Wolken umgeben.
5,6	100		13,971	13,9715	0,0005		
6,1	81		13,7205	13,7205	—		
6,1	61				0,0150		
5,2	70						
	81						
5,6	100	20950	14,9115	14,9225	0,0110	5,94	Ziemlich starker Ostwind; der Beobachtungspunkt war beständig von einer sehr dichten Wolkenschicht umhüllt; Boden sehr feucht.
4,2	100		13,9715	13,9770	0,0055		
2,8	100		13,7205	13,7207	0,0002		
1,9	98				0,0167		
	100						

steile, 350 bis 400 Fuss hohe Felsenwände gegen Embours und gegen das Sesiathal hinab; auf einem Felsenvorsprunge, Brette ganz frei hinaus. Es ist kaum nöthig zu bemerken, dass schon wegen der Lage des Beobachtungspunktes Rauch, fältig darauf geachtet, dass niemals während der Dauer eines Versuches Feuer in der Hütte brannte.

Nr.	Orte der Beobachtung.	Höhe. Meter.	Höhe. P. Fuss.	Zeit und Dauer des Versuches.	Barometer red. in Millim.	Temperatur der Luft ° Cels.
10.	Vincenthütte.	3162	9734	6. Sept. 8^h a. m. bis 12^h	8^h 524,1	8^h 2,0
					10^h 524,1	10^h 3,0
					12^h 524,3	12^h 3,3
					524,2	2,8
11.	Vincenthütte.	3162	9734	8. Sept. 10^h a. m. bis 6^h p. m.	10^h 523,1	10^h 3,0
					12^h 523,1	12^h 3,6
					2^h 5232,	2^h 3,8
					4^h 523,5	4^h 2,1
					6^h 523,5	6^h 0,2
					523,3	2,5
12.	Vincenthütte.	3162	9734	10. Sept. 1 30' bis 6^h p. m.	2^h 526,8	2^h 3,4
					4^h 527,1	4^h 2,8
					6^h 527,6	6^h 2,0
					527,2	2,7
13.	Vincenthütte.	3162	9734	14. Sept. 12^h bis 6^h p. m.	12^h 526,7	12^h 4,1
					2^h 526,6	2^h 5,3
					4^h 526,6	4^h 3,2
					6^h 526,6	6^h 3,1
					526,6	3,9
14.	Vincenthütte.	3162	9734	15. Sept. 8^h a. m. bis 12^h	8^h 526,6	8^h 0,8
					10^h 527,1	10^h 2,6
					12^h 527,6	12^h 3,6
					527,1	2,3
15.	St. Theodul-Pass, od. Matterjoch. Auf dem schneefreien Platze bei den Fortificationen; auf der Mauer 5 bis 6 Fuss über dem Boden.	3353	10322	28. Aug. 12^h bis 4^h p. m.	2^h 507,5	12^h 2,1
						2^h 3,1
						4^h 1,1
						2,1
16.	Vincentpyramide, südwestliche Spitze des Monte-Rosa-Kammes.	4224	13003	12. Sept. 11^h 30' bis 1^h p. m.	1^h 459,80	1^h −5,0

Befeuchtetes Thermometer ° Cels.	Relative Feuchtigkeit.	Volum d. unters. Luft. Cub. Cent.	Gewicht der Kaliröhren in Grammen. Vor dem Versuche.	Nach dem Versuche.	Zunahme.	Kohlens. in 10000 Volumtheilen Luft.	Bemerkungen.
1,2	85	15800	13,977	13,986	0,009	8,81	Schwacher Nordostwind; trübe und neblig, seit 10½ Uhr häufig feiner Regen mit kleinen Schneeflocken vermischt.
3,0	100		13,7207	13,7275	0,0068		
3,3	100		14,923	14,926	0,003		
	95				0,0188		
3,0	100	31300	13,311	13,3435	0,0325	8,29	Nordostwind, halbheiter; zwischen 1 und 4 Uhr nicht selten vorüberziehende Wolken, und Nebel bei der Hütte.
3,4	97		13,986	13,988	0,002		
3,6	97		14,926	14,9265	0,0005		
2,1	100				0,0350		
0,1	98						
	98						
0,4	50	27300	13,344	13,357	0,013	6,34	Nordostwind; während des Versuches ziemlich dichte Wolkenmassen in den Umgebungen der Hütte vorüberziehend; d. Nachts hatte ein leichter Schneefall stattgefunden; der Boden war sehr feucht.
1,3	73		13,9885	13,9955	0,007		
1,8	96		28,9635	28,967	0,0035		
	73				0,0235		
4,1	100	27300	28,976	28,9955	0,0195	6,64	Südostwind; Haufenwolken umhüllten mit geringen Unterbrechungen den Beobachtungspunkt von 1 Uhr ab.
3,9	78		12,374	12,379	0,005		
3,2	100		14,941	14,941	—		
3,1	100				0,0245		
	95						
0,7	85	20100	28,9955	29,0175	0,022	9,51	Schwacher Nordwind; während der Dauer des Versuches sehr heiter; Boden trocken.
2,2	91		12,379	12,383	0,004		
3,2	93		14,941	14,941	—		
	90				0,026		
0,8	77	20000	19,225	19,239	0,0140	9,16	Heftiger Südwestwind; in einer Höhe von 1000 bis 1500′ ober dem Beobachtungspunkte zogen öfter Wolken vorüber, die Umgebungen des Passes selbst waren jedoch stets frei von Nebeln. — Ich verdanke diese Beobachtung meinem Bruder, welcher drei Tage auf dem Matterjoch verweilte.
1,7	76		13,279	13,2885	0,0095		
0,1	81		19,450	19,4505	0,0005		
	78				0,024		
−5,7	83	8800	28,967	28,976	0,009	9,32	Starker Ost-Nord-Ostwind, sehr heiter. — Die Einströmungsöffnung des Apparates befand sich 2½ Fuss ober dem fest zusammengefrorenen Schnee.
			13,996	13,997	0,001		
			13,358	13,358	—		
					0,010		

Aus diesen Versuchen ergiebt sich eine sehr deutliche Vermehrung der atmosphärischen Kohlensäure für jene Punkte in den Alpen, welche sich bedeutend über das Niveau des Meeres erheben. Man erhält im Mittel aus Nummer 7 bis 16, für Höhen zwischen 9700 und 13000 P. F. 7,9 Volumtheile Kohlensäure auf 10000 Theile Luft.

Die Abweichungen zwischen den einzelnen Tagen sind sehr bedeutend. Die Maxima von 9 bis 9,5 traten im allgemeinen bei schönem, heiterem Wetter ein.[1] Der Kohlensäuregehalt der Atmosphäre wurde hingegen weit geringer und sank im Minimum auf 5,94 Volth. Kohlensäure in 10000 Theilen Luft herab, wenn der Beobachtungspunkt von dichten Wolken umhüllt war, welche der aufsteigende Luftstrom und die Winde aus der Tiefe der Thäler und aus der lombardischen Ebene heraufführten.

Diese Erscheinung dürfte wohl einem grossen Theile nach davon abhängen, dass durch die Wolken Luft aus den tieferen Schichten, welche ärmer an Kohlensäure sind, mit emporgetragen wurde; innerhalb der Wolken scheint sich die Luftmasse weniger vollständig mit der umgebenden Atmosphäre zu mischen. Es können jedoch die häufige Bethauung und die allgemeine Feuchtigkeit der Bodenoberfläche unter ähnlichen meteorologischen Verhältnissen auf die Absorption und die Verminderung der Kohlensäure in den umgebenden Luftschichten ebenfalls von Einfluss sein.

Meine Versuche ergaben häufig mehr als das Doppelte des mittleren Kohlensäuregehaltes, welchen man an tieferen Punkten und in den Ebenen findet. THEODOR VON SAUSSURE erhielt an niedrigen Punkten aus seinen zahlreichen vortrefflichen Versuchen[2] im Mittel für 10000 Volumtheile Luft 4,15 Kohlensäure; es wurde dieses Resultat, innerhalb der von SAUSSURE angegebenen Schwankungen von allen späteren Beobachtern bestätigt.

SAUSSURE hat auch bereits den grösseren Kohlensäuregehalt der Atmosphäre auf Bergen in den Umgebungen von Genf bemerkt. Ich führe einige der bedeutendsten Differenzen an, welche er beobachtete. (S. 444.)

	Met.	Kohlens.	Gleichzeitig in Chambeisy (388 M.)
Nr. 39. Grand Salève-sur Crevin,[3] 28. Aug. 1827; Mittag	877	5,57	4,82
Nr. 30. Hermitage (petit Salève) 28. Aug. 1827; 3 Nachm.	331	5,44	4,82
Nr. 60. Gipfel der Dôle 28. Jun. 1828; Mittag . . .	1267	4,91	4,46
Nr. 189. Col de la Faucille 29. Sept. 1829; 11 Abends .	963	4,22	3,55
Nr. 190. Col de la Faucille[4] 30. Sept. 1829 Mittag . .	963	3,95	3,15

1) Nur der Versuch Nr. 10 bietet eine theilweise Ausnahme hiervon dar.

2) Mémoire sur les variations de l'acide carbonique atmosphérique. Mémoires de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève. T. IV. 1828. p. 407.

3) Die Höhen sind relative Höhen über dem Genfer-See (374,6 Met. nach ESCHMANN.)

4) Nach anhaltend regnerischem Wetter, bei sehr feuchtem Boden.

In Gemeinschaft mit meinem Bruder hatte ich selbst im Jahre 1848 einige Versuche in Kärnthen angestellt;[1] obgleich die Kaliröhren nicht unmittelbar vor und nach dem Versuche gewogen werden konnten, so liess sich doch, bei einer Vergleichung der verschiedenen Beobachtungspunkte unter sich, ebenfalls eine deutliche Zunahme der Kohlensäure in grösseren Höhen erkennen.

Wir erhielten:

			Volumtheile Kohlensäure in 10000 Theilen Luft.
Lienz	752 M.	2314 P. F.	4,2
Heiligenblut	1301	4004	4,1
Pasterzengletscher (an der Oberfläche des Gletschers) . .	2420	7450	3,2
Johannishütttte	2463	7581	{ 4,7 / 4,8
Rachern	3366	10362	5,8

Auch Hr. Lewy führt bei seinen interessanten Versuchen über die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft im südlichen Amerika an,[2] dass er etwas mehr Kohlensäure in den höheren Theilen gefunden habe. Die Zunahme war nicht sehr bedeutend. Während im Mittel die normale Luft von Neu-Granada $\frac{4,008}{10000}$ Volumtheile Kohlensäure enthält, fand Lewy (S. 22)

			Volth. Kohlens.
in Bogota	2645 M.	8. Juli 1848	4,994
in Monserrate	3193	8. Juli 1848	5,215.

Aus den fortgesetzten Beobachtungen in Bogota im Jahre 1850 giebt derselbe für normale Luft als Maximum 5,043, als Minimum 3,609 Volth. Kohlensäure an.

Dort erfährt jedoch die atmosphärische Kohlensäure nach Lewy's sorgfältigen Bestimmungen durch ausgedehnte Waldbrände oder auch durch vulkanische Exhalationen zuweilen eine sehr grosse und unregelmässige Vermehrung; in Bogata war z. B. das Maximum für diese anormale Luft $\frac{49,043}{10000}$ Volumtheile Kohlensäure, das Minimum $\frac{6,178}{10000}$.

Diese auffallenden Verhältnisse erlauben nicht, hier die Vermehrung der Kohlensäure in ihrer Abhängigkeit von der Höhe frei von andern störenden Einflüssen zu verfolgen.

Der Grund für die geringere Menge der Kohlensäure an tieferen Punkten kann wohl, wie bereits früher geschehen, zum Theil wenigstens in der Zersetzung der

1) Pogg. Ann. Bd. LXXVI, S. 442. 1849; und Untersuchungen u. s. w. Cap. XVII.

2) Ann. de Chimie 3e sér. T. XXXIV. 1852. p. 5. Die Versuche wurden nach der neuen Methode von Regnault und Reiset angestellt.

Kohlensäure durch die Vegetation und in der Absorption dieses Gases durch den Boden und die in demselben enthaltene Feuchtigkeit gesucht werden.[1] Es scheint jedoch schwierig zu sein, bei Betrachtung der grossen Mächtigkeit der Atmosphäre, auf diese Ursachen allein die Veränderungen des Kohlensäuregehaltes in verschiedenen Höhen zurückzuführen.

Die früheren Beobachtungen von SAUSSURE, LEWY und von mir selbst, verglichen mit den Resultaten meiner neuen Versuche, scheinen also deutlich zu zeigen: dass eine Vermehrung der Kohlensäure in den höheren Schichten der Atmosphäre stattfindet. Auf freien Erhebungen zwischen 9700 und 13000 P. F. enthalten nach den Versuchen in den Umgebungen des Monte-Rosa 10000 Theile Luft im Mittel 7,9, im Maximum selbst 9 bis 9,5 Volumtheile Kohlensäure.

1) Es sind dafür besonders die direkten Versuche und Vergleichungen von THEOD. VON SAUSSURE von Wichtigkeit.

CAP. VI.

ÜBER DIE TEMPERATUR DES BODENS UND DER QUELLEN.

INHALT.

A. Temperatur der oberen Bodenschichten bis zur Tiefe von einem Meter.

Zu den Beobachtungen über die Temperatur der oberen Bodenschichten bis 0,5 Meter Tiefe benützte ich Quecksilberthermometer von verschiedener Länge. Ihr Nullpunkt wurde sowohl vor und nach der Reise als auch im Laufe derselben wiederholt untersucht. Die daraus hervorgehenden Correctionen dürfen bei Beobachtungen über die Temperatur des Bodens und vorzüglich auch bei jenen über die Temperatur der Quellen nicht vernachlässigt werden, da dieselben nicht selten ± 0,4 und 0,5° C. betragen.[1] Die in den Tabellen mitgetheilten Zahlen sind alle corrigirt.

Die Temperatur des Bodens bei 0,5 bis 1 Meter wurde theils mit einem nur wenig empfindlichen, theils mit einem sehr langen Thermometer bestimmt; ich will das letztere der Kürze wegen Geothermometer nennen.

Das erstere bestand aus einem sorgfältig gearbeiteten, in Zehntel getheilten Quecksilberthermometer, an welchem die Kugel und die unteren Theile der Röhre mit mehreren Lagen schlecht leitender Substanzen fest umwickelt waren; die Hülle war mit Siegellack überzogen, um das Eindringen von Feuchtigkeit zu verhindern. Der obere Theil der Glasröhre war ebenfalls mit einem aus Baumwolle gestrickten Ueberzuge versehen, welcher einen länglichen Ausschnitt hatte, um den Quecksilberfaden und die Theilung erkennen zu lassen. Ich überzeugte mich durch wiederholte

1) Vergl. die Angabe der Correctionen für die verschiedenen Thermometer in Cap. IX.

Versuche von der grossen Trägheit, welche das Instrument auf diese Weise erlangt hatte.[1] Selbst wenn sein Stand in Folge künstlicher Erwärmung oder Erkältung sehr merklich von der Temperatur der Luft abwich, konnte es ganz aus dem Futterale herausgezogen und sorgfältig abgelesen werden, ohne die geringste Aenderung der Temperatur zu zeigen.

Für die Beobachtung der Bodentemperatur wurde ein Loch von der erforderlichen Tiefe gegraben und das Instrument, in einem hölzernen Futterale eingeschlossen, in vertikaler Stellung in dasselbe gebracht. Die ausgegrabene Erde wurde so viel als möglich in der alten Ordnung wieder in das Loch eingefüllt und festgetreten. In gleichmässig gemischtem und etwas lockerem Boden konnten auch mit eisernen Stangen oder festen Holzpfählen Löcher niedergestossen werden, deren Durchmesser in den unteren Theilen nur wenig jenen des Futterales übertraf. Zur leichteren Auffindung des Platzes, an welchem sich das Instrument befand, war an dem Futterale eine Schnur befestigt, die an ihrem oberen, freien Ende mit einem Stäbchen versehen war. Die Ablesung geschah oft erst nach mehreren Tagen, aber keinenfalls früher als 18 bis 24 Stunden nach dem Eingraben. Es blieb bei der Beobachtung der grösste Theil des Futterales im Boden stecken und das Thermometer selbst wurde nur so weit hervorgezogen, als nöthig war, um die Ablesung vornehmen zu können.

Die Beobachtungen in einer Tiefe von 40—50 Centimetern wurden im allgemeinen mit dem unempfindlichen Thermometer, jene bei 0,75 bis 1 Meter (ausgenommen am Huthaus No. 5) mit dem Geothermometer angestellt.

Das Geothermometer war ein Quecksilberthermometer, welches nach der Angabe des Herrn Prof. G. Magnus von A. Greiner in Berlin verfertigt wurde. An eine etwas grosse Kugel ist eine möglichst feine Glasröhre angeschmolzen, welche erst später, da wo die Theilung beginnt, in eine Röhre von etwas grösserem Durchmesser ausmündet. Die Distanz von der Kugel bis zum Anfang der Theilung (bei —20° C.) beträgt 88 Centimeter. Dieser ganze Theil des Thermometers (mit Ausnahme der Kugel selbst) ist mit schlechtleitenden Substanzen umhüllt, und wasserdicht in ein cylindrisches Futteral von Eisenblech eingeschlossen, welches 7,2 Centimeter Umfang hat. In der Nähe der Kugel sind mehrere Ausschnitte in der blechernen Capsel angebracht.[2]

Herr Professor Magnus und Herr Prof. Dove benützten seit längerer Zeit ähnliche Thermometer von verschiedener Länge zur Beobachtung der Bodentemperatur.

Die übrigen Thermometer waren in fünftel Grade getheilte Quecksilberthermometer von A. Greiner in München; sie wurden ohne weitere Umhüllung in den Bo-

1) Die Vergleichung des Nullpunktes wurde erst nach vollendeter Umhüllung vorgenommen.

2) Für den Transport wurde das Thermometer, welches im Ganzen eine Länge von 1,15 Meter erreichte, in ein starkes ledernes Futteral, von cylindrischer Form, gepackt, so dass es wie ein Barometer getragen werden konnte.

den eingegraben. Die Thermometer waren so construirt, dass für die verschiedenen Tiefen ihre Theilung erst bei 0° oder +3° an der Oberfläche erschien. Zu den Beobachtungen in Tiefen von 4—6 Centimetern wurden daher kleinere Taschenthermometer gewählt, an welchen die Theilung bei etwa —10° C. begann. Da auf diese Weise nur eine ziemlich kurze Quecksilbersäule über den Boden hervorragte, so wurde dadurch der grosse Einfluss, welchen im entgegengesetzten Falle die Temperatur der Luft auf den Stand der Thermometer ausüben kann, sehr geschwächt.

Wie Quetelet[1] und Forbes[2] bei ihren ausführlichen Beobachtungen gezeigt haben, erfordern alle Ablesungen von Thermometern, welche in den Boden eingegraben sind, eine Correction, weil die Quecksilbersäule von der Thermometerkugel bis zur Oberfläche des Bodens keine ganz gleichmässige Temperatur hat, und ferner weil jener Theil des Quecksilbers, welcher sich oberhalb des Bodens befindet, von der jeweiligen Lufttemperatur afficirt wird. Diese Correctionen sind sehr wesentlich, wenn man aus einer längeren Reihe von Beobachtungen den Gang der Temperatur in verschiedenen Tiefen und die Grösse der Oscillationen darstellen will. Bei meinen Beobachtungen, welche nur kleinere Zeiträume umfassen, hielt ich es nicht für nöthig ähnliche Correctionen anzubringen. Es war zunächst mein Zweck einige Anhaltspunkte zur Vergleichung der Bodentemperatur in verschiedenen Höhen der Alpen zu gewinnen; bei den Temperaturdifferenzen, welche durch die Exposition des Abhanges, durch die Zusammensetzung und die Feuchtigkeit des Bodens u. s. w. an ganz nahe gelegenen Punkten entstehen können, hätte, wie mir scheint, eine Correction der Thermometerstände in dem obigen Sinne doch nur eine illusorische Genauigkeit gegeben.

Bei meinen Beobachtungen wurden, wenn nicht das Gegentheil speciell bemerkt ist, die Instrumente in dem festen, mit Erde vermischten Schuttboden eingegraben, welcher durch die Verwitterung der Felsen und durch die Zersetzung der Pflanzen gebildet wird. In den höheren Theilen des Gebirges ist es oft schwer, hinreichend mächtige und regelmässige Anhäufungen von Schutt und Erde zu finden; auch bieten die grosse Festigkeit dieses Schuttbodens und die mächtigen Felsentrümmer, welchen man nicht selten begegnet, vielfache Hindernisse bei dem Eingraben der Thermometer. Wenn es nicht möglich war dieselben bis zur gewöhnlichen Tiefe in den Boden zu bringen, so ist dieses in der Tabelle bemerkt. Die in Klammern beigesetzte Tiefe bezieht sich dann natürlich auf die Beobachtungen an dem betreffenden Orte.

Die Oberfläche des Bodens war frei der Besonnung ausgesetzt und nicht mit Vegetation bedeckt. Ich war stets bemüht ein möglichst horizontales, zusammenhängendes Terrain auszuwählen, von welchem man in Rücksicht auf seine Lage, auf

1) Annales de l'observatoire royal de Bruxelles VI. 1845.

2) Transactions of the royal society of Edinburgh. Vol. XVI, Part II.

die Mischung und die Feuchtigkeit des Bodens u. s. w. erwarten durfte, dass es einen passenden Ausdruck für die allgemeinen Temperaturverhältnisse an diesem Platze gewähren würde.

Die Unterlage des Bodens bestand: bei den Beobachtungen in den bayerischen

ZUSAMMENSTELLUNG

I. Beobachtungen in den Bayerischen Alpen,

Zwischen 47° 23′ und

Nr.	Orte der Beobachtung.	1 8 5 2.		0,75 M. bis 1 M.	50 Centm.	25 Centm.
				(75 Centm.)		
1.	St. Anton, bei Partenkirchen. 751m 2312′.	15. Sept.	6h 30′ p. m.	—	14,2	—
		16. Sept.	7h a. m.	—	14,1	—
		24. Sept.	4h p. m.	13,6	—	—
			5h 30′ p. m.	13,6	13,45	10,3
			6h p. m.	13,6	13,45	10,3
				1 Met.		
2.	Hohen-Peissenberg. 976m 3005′. Auf einem freien Platze in der Nähe der Kirche. Die oberen Lagen des Bodens, bis zu einer Tiefe von 15—20 Centm., waren mit humöser Erde vermischt. In den unteren Theilen befand sich ein thoniger, fester Boden, in welchem grössere und kleinere Felstrümmer enthalten waren.	29. Sept.	11h 30′ a. m.	10,5	—	10,6
			1h 45′ p. m.	10,5	10,7	10,45
			6h p. m.	10,5	10,6	10,7
		30. Sept.	8h a. m.	10,48	10,6	10,6
			9h a. m.	—	10,6	—
			2h p. m.	10,4	10,45	10,1
			Mittel	10,48		
3.	Leutasch, im Leutaschthale in Tyrol. 1160m 3571′.	12. Sept.	6h p. m.	—	12,7	13,0
		13. Sept.	6h a. m.	—	12,5	—
					(36 Centm.)	
4.	Alpenhütte am Hinteren Anger, im Rainthale. 1359m 4182′.	11. Sept.	11h a. m.	—	10,1	9,5
			1h p. m.	—	10,1	9,7
				(1 Met.)		
5.	Huthaus, im Höllenthal. 1502m 4625′. In Schutt, der besonders in den oberen Theilen mit ziemlich viel humöser Erde vermischt war. Expos. W. N. W.	18. Sept.	3h p. m.	10,3	—	—
			8h p. m.	10,3	—	—
		19. Sept.	6h a. m.	10,3	—	—
			7h 30′ p. m.	10,3	—	—
		20. Sept.	9h a. m.	10,3	—	—
		21. Sept.	9h a. m.	10,15	—	—
			12h.	10,15	—	—
		22. Sept.	12h.	—	10,0	7,8
		23. Sept.	6h a. m.	—	10,1	7,3
			Mittel	10,26		

Alpen (Tab. I u. II) aus mehr oder minder thonigem und bituminösem Jurakalkstein; bei jenen in den westlichen Alpen (Tab. III, IV u. V) theils aus Gneiss und Glimmerschiefer, theils aus Grauen kalkhaltigen und thonigen Schiefern.

Alle Temparaturen sind in Graden des hundertheiligen Thermometers angegeben.

DER BEOBACHTUNGEN.

in den Umgebungen der Zugspitze. 1852.

47° 31' Nördl. Breite.

5 Cent.	Temperatur der Oberfläche in der Sonne.	Temperatur der Luft		Bemerkungen.
		im Schatten.	in der Sonne.	
(10 Centm.)				
—	15,5	14,7	—	Heiter.
—	—	12,7	—	Heiter.
—	10,9	7,6	—	Das Wetter war halbheiter; die direkte Besonnung des Nachmittags sehr schwach und oft ganz unterbrochen.
11,1	9,8	7,0	—	
11,1	8,8	6,8	—	
10,6	—	15,0	—	Halbheiter; die direkte Besonnung war öfter unterbrochen.
—	17,8	16,5	18,3	Sonne seit einer Stunde. Mittl. Temp. des Tages 10,96° C.
11,8	—	11,4	—	Der Himmel ganz bewölkt; Regen und ziemlich heftiger S. W. Wind.
5,2	5,8	5,2	—	
6,0	—	6,4	—	
12,6	16,1	10,8	13,0	Halbheiter, mit ziemlich schwacher Insolation.
16,8	14,7	11,3	—	Heiter seit 10h; ununterbrochene Besonnung bis 4h; von da ab öfter Schatten durch vorüberziehende Wolken.
—	—	—	—	
13,8	14,2	10,4	—	Nebel, um 11h schwacher Regen.
—	12,3	12,0	—	Nebel.
(10 Centm.)			Mittl. Temp. des Tages:	
—	—	—	7,3	Morgens Regen, später trübe. Seit 5h hatte sich das Wetter aufgeheitert, um 8h war der Himmel ganz rein.
11,3	10,8	7,2		
10,5	10,2	12,0	9,3	Sehr heiter, warmer S. Wind; Nachmittags trübe u. Nebel; Abends Regen.
11,9	—	6,3		
10,2	11,4	9,1	8,3	Heiter, der Beobachtungspunkt war noch beschattet.
11,2	11,9	8,1	8,0	Regen während der Nacht. Des Morgens trübe; um 9h leichter Regen, stärkerer um 10h.
—	—	—		
6,4	6,7	3,5	2,5	Nebel und Regen mit wenig Unterbrechung.
6,0	—	0,5	0,6	Regen.
			6,0	

Nr.	Orte der Beobachtung.	1852.	0,75 M. bis 1 M.	50 Centm.	25 Centm.
6.	**Stepberg-Alpe**, am westlichen Ende des Kramerberges. 1590m 4894'.	8. Sept. 7h a. m.	—	9,9	—
7.	**Steinerne Hütte**, im Leutaschthale in Tyrol. 1923m 5920'.	12. Sept. 9h a. m.	—	8,9	—
8.	**Gipfel des Kramer-Berges.** 1977m 6085'. In Schutt (Dolomit), mit Erde vermischt.	8. Sept. 12h.	—	(33 Centm.) —	10,9
		1h p. m.	—	10,45	11,1
		2h p. m.	—	10,45	im Schatten 8,4**
9.	**Thörl-Pass**, am nordöstlichen Fuss d. Dreithorspitzen. 2558m 7258'.	13. Sept. 2h p. m.	—	—	3,1
10.	**Zugspitze.** 2954m 9094'. In feinem, sandigem Kalkschutt von hellgrauer Farbe; ziemlich feucht.	10. Sept. 11h 30' a. m.	—	—	—

II. Beobachtungen zu St. Anton, bei

Der Beobachtungspunkt befindet sich auf einem Abhange 160—180' über der Ebene des öfter Rollstücke und Felstrümmer enthielt; in den oberen Theilen war derselbe mit etwas Garten Theil des Tages von der Sonne beschienen werden konnte. Der Boden war da, wo die Beob

Ich verdanke diese Beobachtungen fast sämmtlich der Güte des Herrn Beneficiaten Georg ratur des Bodens bei 75 Centimetern ist das Mittel aus mehreren Ablesungen, welche gewöhnlich peratur der **Luft** sind in Cap. IX ausführlicher mitgetheilt.

Datum.	Mittlere Temperatur des Bodens bei einer Tiefe von 75 Cent.	Mittlere Tagestemperatur der Luft im Schatten.	Temperatur der besonnten Bodenoberfläche um 2h p. m.	Temperatur der Luft im Schatten um 2h p. m.
6. Sept. 1852	15,5	14,8	19,7	16,5
7. „ „	15,3	11,2	14,1	12,7
8. „ „	15,2	14,8	32,3	17,9
9. „ „	14,9	14,2	17,1	15,7
10. „ „	14,8	13,6	23,5	16,9
11. „ „	14,7	13,3	22,5	15,9
12. „ „	14,6	13,1	22,1	16,5
13. „ „	14,6	13,3	31,5	15,7
14. „ „	14,5	11,4	15,3	13,1
15. „ „	14,6	13,1	30,9	16,5
16. „ „	14,4	12,1	15,9	13,5

5 Centm.	Temperatur der Oberfläche in der Sonne.	Temperatur der Luft im Schatten.	Temperatur der Luft in der Sonne.	Bemerkungen.
—	—	—	—	Heiter; am vorhergehenden Tage anhaltender Regen.
—	—	—	—	Heiter.
18,5	22,0	13,2	16,4	Sehr heiter. Der Boden war ziemlich feucht.
19,5	27,8	13,4	15,5 *	* Während dieser Beobachtung befanden sich ganz leichte Cirruswolken vor der Sonne.
Im Schatten 10,0	Im Schatten 10,5	13,2	—	** An einer gegen Norden gelegenen Stelle, welche den grössten Theil des Tages von den Sonnenstrahlen geschützt bleibt.
5,7	11,0	5,2	8,9	Im allgemeinen ziemlich heiter. Vorüberziehende Wolken und Nebel warfen zuweilen etwas Schatten; dieses war z. B. bei der Beobachtung der Oberflächentemperatur der Fall, welche daher nur als Mittel betrachtet werden kann.
1,4	6,5	3,6	5,8***	Des Morgens war das Wetter ziemlich heiter, und der Gipfel meist wolkenfrei. Später kamen die Wolken und Nebel näher, und umhüllten, mehr oder weniger dicht, den Gipfel mit geringen Unterbrechungen.
(1 Centm.) 3,8	4,5 †			*** Die direkte Besonnung war sehr schwach; bei etwas stärkerem Nebel sank das Thermometer sogleich auf 5,0 bis 4,5° herab. † Mittlere Temperatur der Oberfläche sowohl an Schutt als an den hellen Kalkfelsen, bei ziemlich dichtem Nebel.

Partenkirchen. 751 Met. 2312 Par. Fuss.

Loisachthales. Das Geothermometer war in einem festen, thonigen Boden eingegraben, welcher erde vermischt. Die Exposition des Platzes war nach W.S.W., so dass derselbe den grössten achtungen angestellt wurden, nicht mit Vegetation bedeckt.

Reiser, welcher dieselben mit grosser Sorgfalt und ohne Unterbrechung anstellte. Die Tempeum 7h a. m., 2h p. m. und 6h oder 7h p. m. gemacht wurden. Die Beobachtungen über die Tem-

Datum.	Mittlere Temperatur des Bodens bei einer Tiefe von 75 Cent.	Mittlere Tagestemperatur der Luft im Schatten.	Temperatur der besonnten Bodenoberfläche um 2h p. m.	Temperatur der Luft im Schatten um 2h p. m.
17. Sept. 1852	14,4	10,1	15,5	12,1
18. „ „	14,4	14,2	17,1	16,5
19. „ „	14,2	14,9	16,2	15,5
20. „ „	14,1	14,3	20,5	17,3
21. „ „	14,0	13,6	21,9	16,7
22. „ „	14,0	9,9	13,1	10,1
23. „ „	13,9	7,2	14,1	10,7
24. „ „	13,6	5,2	10,5	8,3
25. „ „	13,4	10,2	24,1	14,1
26. „ „	12,8	11,5	18,1	15,1
Mittel	14,4	12,2	20,2	14,6

III. Beobachtungen in den

Zwischen 45° und

Nr.	Orte der Beobachtung.	1851.	80 Centm.	50 Centm.
11.	**Turin.** 273m 840'. Im botanischen Garten neben dem Palais Valentin.	7. Oct. 10h a. m.	15,9	—
		9. Oct. 10h a. m.	16,1	—
12.	**Grenoble.** 231m 712'.	17. Oct. 4h p. m.	—	14,1 *
			(40 Centm.)	
13.	**Susa.** 476m 1465'.	3. Oct. 6h 30' p. m.	—	14,0
14.	**Vispach**, im Rhonethal. 668m 2056'.	17. Aug. 7h a. m.	17,3	—
15.	**Les Contamines.** 1173m 3611'.	25. Sept. 7h a. m.	—	10,5
16.	**Courmayeur**, am südöstlichen Fuss des Mont-Blanc. 1249m 3845'.	23. Sept. 6h a. m.	—	10,3
17.	**St. Jean de Gressoney**, im Lysthale. 1370m 4218'. In thonigem Boden mit kleinerem Schutt; in den oberen Theilen mit etwas humöser Erde vermischt.	1. Sept. 9h a. m.	11,7	—
		2h p. m.	11,7	—
		7h p. m.	11,5	—
		2. Sept. 7h a. m.	11,3	—
		11h 30' a. m.	11,5	—
		19. Sept. 11h 30' a. m.	10,0	—
		4h p. m.	10,0	—
		6h p. m.	—	—
		Mittel	11,1	
				(40 Centm.)
18.	**Zermatt**, im Wallis. 1562m 5086'. In dem Garten des Pfarrhauses. Der Boden ist thonig, mit kleinem Kies und Sand vermischt. Die obersten Lagen enthalten etwas schwarze Gartenerde. An den Stellen, an welchen die Thermometer eingegraben waren, befand sich keine Vegetation; der Boden war frei der Besonnung ausgesetzt.	21. Aug. 8h a. m.	11,1	—
		24. Aug. 2h p. m.	11,2	—
		7h p. m.	11,0	11,4
		25. Aug. 9h 30' a. m.	11,2	11,4
		4h p. m.	11,1	11,6
		8h p. m.	11,0	11,6
		26. Aug. 8h a. m.	11,1	11,4
		4h p. m.	11,1	11,4
		Mittel	11,1	
19.	**Bödemié**, im Lysthale. 1925m 5925'. In Erde und Schutt. Der Platz war durch eine Erhöhung des Bodens vor den Nordwinden geschützt; auf einem sehr besonnten, gegen S. W. gerichteten Abhang.	16. Sept. 9h 30' p. m.	11,85	—
		17. Sept. 8h a. m.	11,9	—
		1h 30' p. m.	11,9	—
		2h 30' p. m.	11,9	—
		3h 30' p. m.	11,8	—
		5h p. m.	11,7	—

westlichen Alpen. 1851.

46½ Nördl. Breite.

20 Centm.	6 Centm.	Temperatur der Oberfläche in der Sonne.	Temperatur der Luft im Schatten.	Bemerkungen.
13,4	15,3	—	13,1	Das Wetter war fortwährend rein und heiter.
14,2	—	21,3	15,7	
—	—	—	—	* In einem frischen Bohrloch im Jurakalkstein der Porte de France.
14,4	—	—	12,7	Wetter heiter; an den vorhergehenden Tagen trübe und Regen.
—	17,0	—	12,0	Heiter.
—	6,1	—	5,7	Trübe.
—	7,0	—	6,0	Der Boden war sehr feucht; das Wetter war an den vorhergehenden Tagen trübe mit Regen.
10,1	—	—	—	Das Wetter war im allgemeinen heiter; der Himmel überzog sich jedoch seit 11^h mit leichten Cirris, welche die direkte Insolation schwächten.
10,2	7,3	23,0	17,1	
11,5	13,1	10,0**	10,0	** Der Platz war seit 4^h oder 4^h 30′ von einem Bergschatten bedeckt.
10,8	7,3	4,0	7,1	Heiter. Bis 7^h 30′ oder 8^h blieb der Beobachtungspunkt von dem Schatten eines Berges bedeckt.
10,4	11,9	3,1	18,1	
9,4	10,4	—	8,7	Die unmittelbar vorhergehenden Tage waren trübe, zum Theil regnerisch gewesen. Den 19. Sept. Morgens war das Wetter ziemlich heiter, mit Besonnung bis gegen 11^h; später wurde es trübe mit Regen von 12^h 30′ bis 6^h p. m.
9,4	10,0	—	6,8	
9,4	9,2	—	5,9	
—	—	—	13,0	
14,9	23,0	32,0	22,8	Wetter heiter; nach 5^h 30′ wurde der Beobachtungspunkt durch einen Bergschatten bedeckt.
15,7	20,4	28,0	10,8	
14,8	15,8	21,0	14,8	Minimum der Nacht 7,0; es hatte während der Nacht leicht geregnet; des Morgens trübe, mit vorübergehenden Regenschauern, die Wolken reichten zuweilen bis 6000′ herab. Nachmittags halbheiter.
14,8	17,0	17,0	16,0	
14,7	14,3	11,8	9,0	
13,6	9,0	—	11,0	Heiter.
13,9	22,1	25,0	19,0	
	(4 Centm.)			
15,8	14,1	—	8,2	Das Wetter war heiter gewesen, mit ununterbrochener Insolation seit 10^h.
11,6	9,8	—	6,8	Morgens halbheiter und trübe, von 10^h ab Nebel und Wolken.
12,3	13,0	—	6,0	
12,3	11,4	—	5,5	Von 3 bis 5 Uhr Regen.
12,3	8,4	—	5,0	
12,1	7,8	—	4,7	

Nr.	Orte der Beobachtung.	1851.	80 Centm.	50 Centm.
20.	**Pavillon**, auf der linken Seite des Unteraargletschers. 2435m 7495'. In Schutt und Erde, in welchen sich noch einzelne grössere Granitfragmente befanden; ohne Vegetationsbedeckung. Auf einem sonnigen, gegen Süden gerichteten Abhang*).	10. Aug. 3h p. m.	(70 Centm.) 7,95	—
		8h 30' p. m.	7,70	—
		11. Aug. 7h a. m.	7,95	—
		9h 30' a. m.	7,95	—
		7h p. m.	7,80	—
		12. Aug. 7h a. m.	8,0	—
			Mittel 7,9	
21.	**In den Gadmen**, auf der rechten Seite des Gornergletschers. 2753m 8475'. Auf einem sehr sonnigen, gegen Süden exponirten Abhang.	22. Aug. 3h 15' a. m.	—	8,5
		7h p. m.	—	—
22.	**Vincenthütte**. 3162m 9734'. (Siehe Tabelle IV.)	Mittel v. 8 bis 16. Sept.	(73 Centm.) 2,34	
23.	**Rothsattel**. 3330m 10250'. Kleine Einsattlung in dem Kamme, welcher das Finsteraarhorn mit dem Rothhorn verbindet, und die beiden Hauptzuflüsse des Vieschergletschers trennt. Wir brachten hier die Nacht vom 13.–14. August zu.	14. Aug. 4h 30' a. m.	(70 Centm.) +0,65	
24.	**Matterjoch, oder St. Theodul-Pass**. 3353m 10322'. In festem, thonigem Schutt, mit grösseren Gesteinfragmenten vermischt. Auf beiden Seiten des Kammes befinden sich ausgedehnte Schnee- und Gletschermassen.	28. Aug. 9h a. m.	—	—
		12h.	1,0	—
		5h.	0,8	—
		29. Aug. 7h a. m.	0,5	—
		10h a. m.	0,45	—
			Mittel +0,69	
		1851.	**18 Centm.**	**5 Centm.**
25.	**Weissthor**. 3618m 11138'. An den steilen, felsigen Abhängen auf der südöstlichen Seite des Passes. Die Thermometer waren in dem ziemlich feinkörnigen Schutt und in der Erde eingegraben, welche durch die Verwitterung des Glimmerschiefers an einzelnen Stellen angehäuft werden.	27. Aug. 11h 45' a. m.	4,2	14,2
		1h p. m.	5,8	16,4

*) Zur Vergleichung mit der Temperatur des Bodens am Pavillon (Nr. 20) kann der Gang der Erwärmung eines (Das Maximum der Tiefe war 85 Cent., an den Ufern betrug dieselbe nur 10—20 Cent.) Die Temperatur des See's war: besonnten Stellen 10,0; an den tiefsten und schattigen Punkten 8,6° C.; am 11. Aug. 7h 30' p. m. im Mittel 15,0; an

20 Centm.	6 Centm.	Temperatur der Oberfläche in der Sonne.	Temperatur der Luft im Schatten.	Bemerkungen.
9,1	—	—	10,0	Wetter trübe, mit einigen leichten Regenschauern.
9,3	—	—	5,6	
8,2	—	—	6,5	Minimum der Nacht + 2,0. Der Himmel war am Morgen ganz rein; die Thermometer waren seit 5^h 30' besonnt.
8,2	—	—	10,0	
11,2	—	—	6,2	Das Wetter blieb bis Mittag heiter, später war es halbheiter. Lufttemperatur 12^h 14,0; 2^h 10,1.
9,4	—	—	6,0	Wetter heiter; Minimum der Nacht + 2,8.
9,4	7,0	2,5	− 3,5	Minimum der Nacht − 3,8. Sehr heiter.
12,5	—	6,0 †	6,4	Das Maximum der Lufttemperatur war 13 – 14° gewesen. † Der Boden war hier bereits seit circa 5^h beschattet.
			Mittel vom 8. bis 16. Sept. 0,215	
—	(10 Centm.) 1,6	—	1,5	Die Thermometer waren in festem Felsschutt eingegraben, in welchem grössere Gneissfragmente mit feineren, thonigen Verwitterungs-Produkten vermischt waren. In geringer Entfernung vom Beobachtungspunkte waren die Abhänge der Berge von ausgedehnten Schneelagen bedeckt. Wetter trübe.
(13 Centm.) 0,8	—	—	2,0	
1,8	—	—	2,1	
1,8	—	—	0,4	Nachts heftiger S.S.O., Morgens rein; Mittags stark bewölkt; nach 12 Uhr sehr heftiger Südwestwind. Abends Schneefall. Um 2^h war die Lufttemperatur 3,1.
− 0,8	—	—	− 3,5	Minimum der Nacht − 3,1. Morgens leichter Schneefall. Mittags rein, fast Windstille.
− 0,1	—	—	− 4,1	

Temperatur der Oberfläche		Temperatur der Luft		Bemerkungen.
in der Sonne.	im Schatten.	in der Sonne.	im Schatten.	
31,0[1]	8–10[4]	9,4	7,7	Das Wetter war sehr rein und heiter. 1) Max. der Oberflächentemperatur auf Glimmerschieferfelsen und auf sehr trockenem Schuttboden. 2) Auf dem gewöhnlichen Boden, welcher schon in geringer Tiefe, von ½ bis 1 Cent. etwas Feuchtigkeit enthielt. 3) Auf sehr feuchtem Boden. 4) Auf Boden, welcher bereits seit 2 bis 3 Stunden beschattet war. 5) Auf feuchtem Boden, welcher niemals besonnt werden konnte. Nachdem die Stelle, an welcher sich früher das Thermometer (1) befunden hatte, seit ¼ Stunden im Schatten war, zeigte die Oberfläche nur mehr eine Temperatur von 16,5° C,; das Thermometer (4) hingegen, welches seit ¼ Stunden besonnt wurde, war von 10° auf 21° gestiegen.
26,5[2]	1,4[5]			
8,0[3]				
30–31	—	10,0	8,2	
25,0[2]				

kleinen See's in der Nähe angeführt werden, welcher 20 Met. lang, 3½ Met. breit und im Mittel 40 Cent. tief war. am 10. Aug. 5^h p. m. sehr allgemein 10,4° C.; am 11. Aug. 8^h 30' a. m. im Mittel 9,0; an seichteren schon seit Morgens seichteren Stellen war die Temperatur bereits auf 14,6 herabgesunken.

Nr.	Orte der Beobachtung.	1851.	18 Centm.	5 Centm.
26.	Felsen am südlichen Abhang der Vincentpyramide. 3824m 11770'.	12. Sept. 2h p. m.	—	6—7° [1])
27.	Gipfel des Kleinen Mont-Cervin. (Cime Brune du Breithorn). 3902m 12012'. Beobachtet von Saussure Voyages § 2247.	13. Aug. 1792 Mittags	—	—

IV. Beobachtungen auf der Vincenthütte, auf der 3162 Meter,

Erste Reihe. Die Thermometer waren in Schutt und Erde eingegraben, an einer der ebensten und zusammenhängendsten Stellen des Kammes, auf welchem sich die Vincenthütte befindet. Der Boden war frei der Besonnung ausgesetzt.

1851.	39 Ctm. (Geotherm.)	20 Ctm.	4,5 Ctm.	Temp. d. Oberfläche in d. Sonne.	Temp. d. Luft im Schatten. Gleichzeitig.	Mittel d. Tages.	Minim. d. Nacht.	Bemerkungen.
3. Sept. 6h 45' p. m.	2,55	3,1	1,6	—	−1,0	+0,67		Abends trübe und neblig.
4. Sept. 6h 15' a. m.	2,55	1,95	+0,2	−2,0	−1,1	+1,12	−2,1	N.O. Wind. Morgens heiter. Der Boden war mit einer dünnen Schneelage von 1 Cent. bedeckt. Der Frost war bis zu einer Tiefe von 4 Centimet. eingedrungen. Nachmitt. halbheiter mit häufig unterbrochener Insolation.
2h p. m.	2,30	3,2	13,8	16,0	5,3			
5h 30' p. m.	2,10	4,1	7,8	4,5	2,9			
7h 15' p. m.	2,0	5,3	4,8	—	1,0			
5. Sept. 7h 15' a. m.	2,85	2,4	0,6	0,4	4,0	2,45	−2,1	S.W Wind, halbheiter. Von 12 Uhr ab war die Hütte nicht selten von Wolken umgeben, welche theilweise die Insolation unterbrachen. Später folgten dichte Nebel.
1h 30' p. m.	2,75	3,15	8,1	16,0	8,4			
5h 45' p. m.	2,60	4,0	5,3	6,0	3,0			
6h 30' p. m.	2,55	3,9	4,9	3,0	2,4			
7h 15' p. m	2,55	3,6	4,0	0,0	1,8			
10h 30' p. m.	2,70	3,5	2,0	−4,0	−2,0			
6. Sept. 8h a. m.	2,90	2,5	2,0	2,0	2,0	0,81	−2,2	Schwacher N.O. Wind; trübe u. neblig, von 10½ bis 1 Uhr häufig feiner Regen mit kleinen Schneeflocken vermischt. Abds. sehr schwacher Nordwestwind.
3h 15' p. m.	2,55	2,8	4,2	—	2,5			
6h 30' p. m.	2,50	3,1	3,1	1,0	1,3			
7. Sept. 7h 30' a. m.	2,75	2,3	2,0	—	1,0	0,81	−1,3	Trübe. Abends etwas Schnee.
Mittel	2,55							

Temperatur der Oberfläche		Temperatur der Luft		Bemerkungen.
in der Sonne.	im Schatten	in der Sonne.	im Schatten.	
14,0[2])	—	2,2	0,0	Das Wetter war sehr heiter, starker Ost-Nord-Ost-Wind.
12,3[3])		2,0	− 0,2	1) In Schutt und Erde; in der Nähe befanden sich noch die höchsten, sehr verkümmerten Exemplare von phanerogamischen Pflanzen, nebst Moosen und Flechten. 2) Auf Gneissfelsen, Maximum. 3) „ „ Mittel; diese Temperatur war sehr schwankend, und veränderte sich oft sehr rasch um einige Grade. Schneewasser, welches nur auf einer Strecke von 2 − 4 Fuss über die besonnten Felsen gesickert war, erreichte im Max. 7,0, im Mittel sehr allgemein 5° C.
22,5[4])	—	+ 0,63	− 0,63	4) Diese Temperatur wurde auf der Oberfläche eines dunkelen, glatten Serpentinfelsens beobachtet.

südlichen Abdachung des Monte-Rosa, in Piemont.

9734 Par. Fuss.

Zweite Reihe. Um die Temperatur der tieferen Bodenschichten kennen zu lernen, wurde in dem festen Gneissfelsen, welcher sich überall sehr bald unter dem Schutt zeigte, ein Loch von 20 Cent. Tiefe gebohrt. Dasselbe wurde mit Sand ausgefüllt und mit einem Papierpfropfen verschlossen, um das Eindringen der Feuchtigkeit zu verhindern. Nachdem der Schutt wieder eingeebnet und festgetreten war, befand sich die Kugel des Geothermometers 73 Cent. unter der Oberfläche. Für die folgenden 3 Thermometer waren Bohrlöcher in den freiliegenden Gneissfelsen gemacht worden. Es wurde hierzu eine Stelle ausgewählt, an welcher der Zusammenhang der Felsmassen am wenigsten durch Spalten und Risse unterbrochen war. Die Oberfläche der Felsen war unter einem Winkel von 3 − 4° nach S.S.O. geneigt, und ganz frei der Besonnung ausgesetzt. Das Bohrmehl wurde wieder in die Löcher geschüttet und so fest als möglich eingedrückt; die obere Oeffnung wurde mit Papier und Thon verstopft. Das fünfte Thermometer war in feinem, erdigem Schutt neben dem Geothermometer eingegraben.

1851.	73 Cent.	In besonnten Gneissfelsen.			In Schutt u. Erde.	Besonnte Oberfläche d. Gneissfelsen.	Temp. d. Luft im Schatten.			Bemerkungen.
		19 Ctm.	6 Ctm.	5 Ctm.	5 Ctm.		Gleichzeitig.	Mittel des Tages.	Minimum der Nacht.	
8. Sept.										
7h a. m.	2,30	—	—	—	—	—	1,3			N.O.Wind; halbheiter, zwischen 1 u. 4 Uhr nicht selten vorüberziehende Wolken und Nebel bei der Hütte. Sehr schwache Insolation.
11h a. m.	2,30	—	—	—	—	7,0	3,3			
2h p. m.	2.20	—	—	—	—	—	3,8			
4h 30′ p. m.	2,10	—	—	—	—	—	1,8			
8h 45′ p. m.	1,95	—	—	—	—	—	2,3			
Mittel	2,17							− 0,11	− 4,5	
9. Sept.										
8h a. m.	1,95	—	—	—	—	—	− 0,5			Grossentheils trübe u. neblig. Der Boden war sehr feucht.
6h p. m.	1,95	—	—	—	—	—	− 4,5			
Mittel	1,95							3,38	− 7,5	

(Zweite Reihe. Fortsetzung.)

1851.	73 Ctm.	In besonnten Gneissfelsen. 19 Ctm.	6 Ctm.	5 Ctm.	In Schutt u. Erde 5 Ctm.	Besonnte Oberfläche d. Gneissfelsen.	Temp. der Luft im Schatten. Gleichzeitig.	Mittel des Tages.	Minimum der Nacht.	Bemerkungen.
10. Sept.										
$6^h\ 30'$ a. m.	1,95	+0,1	−2,0	−2,6*	—	—	+1,0			Der Schuttboden war 8 Cent. tief gefroren. Nordostwind. Morgens heiter, Nachmittags zogen ziemlich dichte Wolkenmassen in den Umgebungen der Hütte vorüber, wodurch d. direkte Besonnung sehr abgehalten wurde; Abends heiter. * Schutt mit Rasen bedeckt hatte bei 4 Centm. Tiefe um $6^h\ 30'$ a. m. + 0,2, um 9^h 1,9 ** In Wolkenschatten.
$8^h\ 30'$ a. m.	1,95	0,15	−0,3	−0,2	—	11,0	3,8			
$9^h\ 30'$ a. m.	—	0,2	+0,1	+3,9	—	16,3	5,1			
$10^h\ 15'$ a. m.	2,05	0,5	5,0	6,7	5,6	16,8	5,5			
2^h p. m.	2,10	4,5	10,4	10,0	—	—	2,0			
5^h p. m.	2,05	5,7	6,7	5,8	—	4,3**	3,1			
$6^h\ 15'$ p. m.	2,00	5,3	5,1	4,0	—	—	2,0			
$8^h\ 45'$ p. m.	1,85	4,3	2,2	1,1	3,2	—	−1,4			
Mittel	1,993							−0,23	−10,1	
11. Sept.										
$5^h\ 15'$ a. m.	1,90	+0,6	−2,5	−3,0	+0,4	−3,0	−2,9			Der Boden war bis zu einer Tiefe von 4 Ctm. gefroren. Das Wetter war heiter.
8^h a. m.	—	+0,3	−0,4	−0,1	—	6,8	1,9			
6^h p. m.	1,95	6,0	—	—	5,5	—	−1,5			
Mittel	1,925							−1,46	−6,5	

Dritte Reihe. Das Geothermometer und das zweite Thermometer blieben an ihrem früheren Platze. Hingegen wurden für die Thermometer Nr. 3 und 4 Bohrlöcher in Gneissfelsen gemacht, welche an einem gegen Norden gerichteten, stets beschatteten Abhang gelegen waren. An dem Platze, an welchem die Thermometer eingesenkt waren, befanden sich sehr zusammenhängende Felsmassen; die Oberfläche derselben war mit 10° nach Norden geneigt.

1851.	73 Ctm.	In besonnten Gneissfelsen. 19 Ctm.	In beschatteten Gneissfelsen. 9 Ctm.	4½ Ctm.	In Schutt u. Erde, besonnt. 5 Ctm.	Besonnte Oberfläche d. Gneissfelsen.	Temp. d. Luft im Schatten. Gleichzeitig.	Mittel d. Tages.	Minim. d. Nacht.	Bemerkungen.
13. Sept.										
$7^h\ 45'$ a. m.	2,45	1,55	—	—	—	—	2,6			Der Boden war 4 bis 5 Cent. tief gefroren. Morgens ganz heiter; Nachmitt. theilweise bewölkt. Der Boden war merklich trockener als an den früheren Tagen. * Die Temperatur der Oberfläche war sehr schwankend; sobald die Sonne etwas umschleiert war, sank das Thermometer in kurzer Zeit auf 15–16° herab.
11^h a. m.	—	3,6	—	—	7,0	18,3	4,0			
1^h p. m.	2,75	4,6	—	—	11,5	20,5*	4,0			
						Max. 25,0				
5^h p. m.	2,55	7,3	2,15	3,0	10,6	3,4	2,9			
$9^h\ 15'$ p. m.	2,45	6,1	+0,1	+0,3	7,4	—	−1,5			
Mittel	2,55							1,04	−3,3	

(Dritte Reihe. Fortsetzung.)

1851.	73 Ctm.	In besonnten Gneissfelsen. 19 Ctm.	In beschatteten Gneissfelsen. 9 Ctm.	In beschatteten Gneissfelsen. 4½ Ctm.	In Schutt u. Erde, besonnt. 5 Ctm.	Besonnte Oberfläche d. Gneissfelsen.	Temp. d. Luft im Schatten. Gleichzeitig.	Mittel d. Tages.	Minim. d. Nacht.	Bemerkungen.
14. Sept.										
6ʰ 30′ a. m.	2,75	2,5	+0,7	−1,4	1,3	—	1,9			S.O. Wind. Morgens heiter; seit 10ʰ halbheiter
9ʰ a. m.	2,80	—	—	—	3,4	8,7	2,5			von 1—6 Uhr war die direkte Besonnung fast
3ʰ 15′ p. m.	2,80	5,6	2,0	2,8	—	—	4,2			gänzlich durch Haufenwolken abgehalten,
5ʰ 15′ p. m.	—	5,8	1,7	2,3	—	—	3,2			welche den Beobachtungspunkt mit geringen
6ʰ p. m.	2,75	—	1,2	1,6	—	—	3,1			Unterbrechungen umgaben.
9ʰ 15′ p. m.	2,75	—	—	—	—	—	−1,6			
Mittel	2,77							1,44	−2,5	

Vierte Reihe. Es wurden bei diesen Beobachtungen zwei Thermometer in den dichten, kurzen Rasen eingegraben, welchen einige Pflanzen in den Hochalpen, z. B. Cerastium, Cherleria u. s. w. bilden. Der Boden unter dem Rasen war sehr trocken.

1851.	73 Ctm.	In besonnten Gneissfelsen. 19 Ctm.	In besonnten Gneissfelsen. 4 Ctm.	In besonntem Rasen. 20 Ctm.	In besonntem Rasen. 4 Ctm.	Besonnte Oberfläche d. Gneissfelsen.	Temp. d. Luft im Schatten. Gleichzeitig.	Mittel d. Tages.	Minim. d. Nacht.	Bemerkungen.
14. Sept.										
9ʰ 45′ p. m.	2,75	4,4	1,3	6,5	2,3	—	−1,6			Abends ziemlich heiter.
15. Sept.										
6ʰ 30′ a. m.	2,9	1,3	−1,8	3,45	+0,6	—	−1,0			Schwacher Nordwind; Morgens heiter; Mittags
12ʰ 15′ p. m.	3,1	—	10,2	5,6	—	18,8	3,5			war die Insolation zuweilen unterbrochen.
2ʰ p. m.	3,15	—	13,0	—	Maximum	27,0	6,4			Der Boden war ziemlich trocken, u. 2 Ctm. tief gefroren;
					Mittel	21,5				unter den Rasen von Cerastium, Cherleria
3ʰ p. m.	3,10	—	—	7,1	11,3	15,0*	5,7			u. s. w. war jedoch nicht der geringste Frost zu bemerken.
5ʰ 30′ p. m.	3,0	—	8,1	7,7	—	10,0*	4,2			* Bei Wolkenschatten
9ʰ 45′ p. m.	2,85	—	—	—	—	—	−0,4			
Mittel	3,02							1,37	−2,1	
Mittel v. 8. bis 16. Sept.	2,34°					Mittel vom 8. bis 16. September		−0,215		

V. Uebersicht der Beobachtungen Saussure's.

Ich habe hier in 3 Tabellen die Beobachtungen über die Temperatur des Bodens vereiniget, welche Saussure vereinzelt an verschiedenen Stellen seines Werkes mitgetheilt hat. Es wurden zu diesen Beobachtungen Thermometer benützt, welche durch die Umhüllung mit Holz, Wachs oder Baumwolle sehr unempfindlich gemacht waren. (Vgl. § 1419). Die Höhen sind nicht immer jene, welche Saussure angegeben hat. Dieselben wurden theils nach unseren eigenen Bestimmungen (vgl. Theil I), theils nach der Zusammenstellung von Alph. de Candolle (Hypsométrie des environs de Genève; Mém. de la soc. de phys. de Genève VIII. 1839) öfter verändert.

A. Beobachtungen in Conche,

einem Landgute $\frac{3}{4}$ Stunden südöstlich von Genf; in einem festen, thonigen Boden, hie und da mit Rollstücken und mit Kies vermischt (§ 1420—1424). 419 M. 1290 P. Fuss.

1791.	Tiefe.		Temperatur.	
	P. Fuss.	Zoll.	Réaum.	Cels.
9—12. October	2	6	12,6	15,75
—	4	—	12,75	15,93
10. October	9	2	12,30	15,37
12. „	10	7	11,90	14,87
14. „	14	9	10,70	13,37
15. „	18	10	9,75	12,18
16. „	19	8	9,60	12,0
—	26	4	8,8[a])	11,0
Mittel der Extreme während 3jähriger Beobachtungen (1791 bis 1794)	29	6	Maximum 8,95[b])	11,19
			Minimum 7,75	9,69
Frontenex.[c])				
19. October	12	$4\frac{1}{2}$	10,85	13,56
31. „	—	—	10,6[d])	13,25

Bemerkungen. a) Wegen der Langsamkeit, mit welcher man in dem festen Boden in die Tiefe dringen konnte und wegen später eingetretener kalter Regen, kann nach Saussure diese Zahl nicht als ganz sicher betrachtet werden. b) Die Variation ist also 1,2° R. Die Wärmeveränderungen gebrauchten 6 Monate, um in diese Tiefe zu dringen, indem das Maximum in der Nähe des Wintersolstitiums, das Minimum in der Nähe des Sommersolstitiums eintrat. c) Frontenex, $\frac{1}{2}$ Stunde nordöstlich von Genf, in einem thonigen Sande. d) Saussure bemerkt, dass also, trotz der kalten Regen zwischen den beiden Beobachtungen, das Thermometer nur um $\frac{1}{4}$° gefallen war.

B. Beobachtungen in Conche e),
correspondirend mit jenen in der Tabelle C. (§ 2226 A bis § 2299). 419 M. 1290 P. F.

1 7 9 2.	3 P. Fuss.		2 P. Fuss.		Temp. der Luft.	
	Réaum.	Cels.	Réaum.	Cels.	Réaum.	Cels.
6. August	14,8	18,5	15,2	19,0	13,5	16,87
7. „	14,5	18,1	15,35	19,19	14,0	17,5
8. „	15,10	18,88	15,50	19,37	13,6	17,0
10. „	15,05	18,81	15,65	19,56	14,5	18,1
14. „	15,0	18,75	15,8	19,75	16—20	20—25
16. „	15,20	19,0	15,20	19,0	13,4	16,8
17. „	15,8	19,75	15,8	19,75	14,3	17,88
18. „	15,20	19,0	15,25	19,06	18,1	22,63
20. „	15,2	19,0	15,3	19,1	11,9	14,87
23. „	14,45	18,06	15,20	19,0	15,2	19,0
—	14,4	18,0	15,3	19,1	13,6	17,0
Mittel	14,97	18,71	15,41	19,26	14,56	18,2

Bemerkung. e) Die Zeit der Beobachtungen ist nicht näher angegeben; es scheinen grossentheils die Morgenstunden gewesen zu sein.

C. Beobachtungen in verschiedenen Höhen. (§ 2226 A bis 2299).
Die Thermometer wurden grösstentheils in ebenen, frei liegenden Wiesen eingegraben.

Nr.	Ort der Beobachtung.	Höhe.		1792 August.	3 P. Fuss		2 P. Fuss.		Temp. d. Luft.	
		Meter.	P. Fuss.		Réaum.	Cels.	Réaum.	Cels.	Réaum.	Cels.
1.	Verrex, im Aostathale	337	1038	18.	15,3	19,1	15,6	19,5	16	20
2.	Vevey.	375	1153		13,2	16.5	13,7	17,1	14,0	17.5
3.	Aosta.	614	1890	20.	14,14	17.67	15,0	18,75	12,0	15,0
4.	Nant-Bourant.	1424	4384	6. 5 [illegible]5' a.m.	9,6	12,0	10,2	12,75	8,8	11,0
5.	Chapiu.	1561	4805	7. 6^h a.m.	9,75	12,19	10.9	13,62	9.0	11,25
6.	St. Jacques d'Ayas.		5142	17. 7^h a.m.	6,6	8,25	7,8	9,75	9,3	11,62
7.	Breuil.	2010	6187	10. Abends.	8,0	10,0	9,3	11,63	8,3	10,37
				16. 6^h 35' a.m.	8,6	10.75	9,7	12,13	+1,8	+2.25
8.	Kleiner St. Bernhard f)	2157	6792	8. 6^h 40' a.m.	4,7	5,88	6,3	7,88	4,3	5,38
					17½ Zoll.		5½ Zoll.			
9.	Grosser St Bernhard	2473	7613	23.	3,8	4,75	4,7	5,88	5,6	7,0
					22 Zoll.		10 Zoll.			
10.	Matterjoch oder St. Theodulpass.	3353	10322	13. 7^h p.m.	2,1	2.63	6,6	8,25	+2,0	2,5
					31 Zoll.		19 Zoll.			
				14. 3^h 30' p.m.	+0,4	+0,5	+2,6	+3,25	+5,0	6,25

f) Der Schnee war auf der Wiese, in welcher die Thermometer eingegraben wurden, erst vor 3 Wochen gänzlich verschwunden.

VI. Temperatur von Flüssen und Seen.

A. Uebersicht der Temperaturveränderungen der Kanker, der Partnach und der Loisach, im September 1852.

Die Temperatur der Kanker wurde theils in Partenkirchen, theils bei der Einmündung in die Partnach beobachtet. Die Temperatur der Partnach wurde bei der Brücke der Hauptstrasse, jene der Loisach in Garmisch bestimmt. Die Beobachtungen geschahen entweder ganz gleichzeitig, oder in so geringen Zwischenräumen (von 10—15 Minuten), dass dadurch keine merkliche Veränderung der Temperatur zu befürchten war.

September 1852.	Kanker.	Partnach.	Loisach.	Temperatur d. Luft im Schatten zu St. Anton.		Bemerkungen.
				Mitt. d. Tg.	2^h p. m.	
5. 11^h a. m.	12,5	8,9	13,0			Morgens sehr rein, Nachmittags Regen; Temperatur desselben um 7^h p. m. 14,6.
3^h p. m.	13,5					
7^h p. m.	12,5					
9^h p. m.	11,9					
6. 7^h 30' a. m.	9,9					
8^h 30' a. m.	10,2					
9^h 30' a. m.	10,8					
3^h p. m.	13,2	9,8	12,5	14,8	19,7	Morgens bewölkt, mit schwacher Insolation; von 3^h 30' bis 7^h p. m. Regen; Temperatur desselben 14,4.
6^h p. m.	12,5	10,7	12,5			
7^h p. m.	12,0					
7. 6^h a. m.	10,5	7,7	9,5	11,2	12,7	Der Himmel ganz bewölkt; von 10^h 30' ab fast ununterbrochener Regen.
8. 7^h p. m.	12,3	9,2	12,6	14,8	17,9	Sehr heiter mit einzelnen Haufenwolken.
9. 12^h.	10,6	8,5 (2850')				
3^h 30' p. m.		8,4 (4182')		14,2	15,7	Halbbewölkt, Nachmittags heiterer.
10. 6^h p. m.		4,4 (4182')		13,6		Im Rainthale grossentheils Nebel und Wolken; 4^h p. m. leichter Regen.
11. 9^h a. m.		4,2				
11^h a. m.		4,2		13,3		Nebel; Mittags etwas Regen, Nachmittags theilweise rein.
2^h p. m.		4,4				
14. 5^h p. m.	10,7	8,2*	10,6	11,6	13,1	Halbheiter. * Um 11^h a. m. war die Temperatur der Partnach 7,5° C.
15. 9^h a. m.	9,8	7,7	10,6	13,1	16,5	Heiter.
5^h 30' p. m.	12,1					
16. 11^h 30' a. m.	10,2	8,0	10,2	12,1	13,5	Bewölkt mit Sonnenblicken, Nachmittags Regen.

September 1852.	Kanker.	Partnach.	Loisach.	Temperatur d. Luft im Schatten zu St. Anton. Mitt. d. Tg.	Temperatur d. Luft im Schatten zu St. Anton. 2^h p. m.	Bemerkungen.
19. 10^h a. m.	12,5	8,7	12,3	14,9	15,5	Morgens sehr rein, Nachmittags Regen.
24. 9^h 30′ a. m.	7,6					
3^h p. m.	9,4					
6^h p. m.	9,0			5,2	8,3	Morgens heiter; Nachmittags halbheiter und trübe. Mittlere Lufttemperatur der dazwischen liegenden Tage: 20. S. 14,3°, 21. S. 13,6°, 22. S. 9,9°, 23. S. 7,2°.
7^h p. m.	8,1	7,3	10,5			
29. 10^h a. m.	11,5	9,0		11,5	14,1	Heiter.
12^h.	12,1					
30. 11^h.	11,1			12,0	15,1	Halbheiter.
2^h p. m.	12,4					
Mittel	11,11*	8,64**	11,43	12,2***		

* Das Mittel der Kanker ist aus sämmtlichen Beobachtungen abgeleitet; aus den 12 Beobachtungen allein, welche correspondirend mit jenen an der Partnach und Loisach angestellt wurden, würde man 11,2 erhalten.

** Bei der Partnach konnten natürlich jene Beobachtungen vom 9., 10. u. 11. September, welche in den höheren Theilen des Rainthales angestellt wurden, nicht in das Mittel genommen werden.

*** Die Lufttemperatur ist das Mittel vom 6. bis 26. September.

B. Temperatur einiger Alpenseen.

Ort der Beobachtung.	Höhe. Par. Fuss.	Temperatur. Cels.	
Zuger-See; zwischen Otterwyl und Immensee. 27. Juli 1851 10^h. (An seichten, besonnten Stellen unmittelbar am Ufer war das Wasser bis auf 19,8° erwärmt.)	1285	19,4	
Würm- oder Starnberger-See. 6. Mai 1848 1^h.	1781	11,6	
		A. 1. Sept. 1852.	B. 1. Oct. 1852.
Temperatur der Oberfläche an verschiedenen Punkten des See's, $11-2^h$.		21,5	15,7
In einer Tiefe von 20 Cent.		19,0	15,8
In einer Tiefe von 1 Meter.		18,0	15,8
		Temperatur. °Cels.	
Zeller-See, im Pinzgau. 11. Aug. 1848 12^h.	2233	20,0	

Ort der Beobachtung.	Höhe. Par. Fuss.	Temperatur. ° Cels.
Eib-See. 23. Sept. 1852 11h. Sowohl an der Oberfläche als bis zu 20 Cent. Tiefe.	2936	14,9
Frillen-See, eine kleine Wasseransammlung ganz in der Nähe des Eibsees. 23. Septbr. 1852 10h 30'.	—	12,4
Untere blaue Gumpe, im Rainthal. 9. Sept. 1852 7h p. m.	3414 (Winkler.)	5,9
Esterberg-See, nördlich von Partenkirchen. 25. Sept. 1852 11h.	3823 (Esterhöfe.)	10,0

Ich werde nun versuchen einige allgemeine Resultate hervorzuheben, welche mir aus der Vergleichung der einzelnen Beobachtungen[1] hervorzuheben scheinen.

1) Die Zahlen in den folgenden Tabellen zeigen die **Abnahme der Bodentemperatur** in verschiedenen Höhen, bei einer Tiefe von 0,75 bis 1 Meter.[2] Die Beobachtungen an diesen Punkten vertheilen sich auf die Monate August und September; sie waren theils gleichzeitig, theils in nicht sehr grossen Zeitunterschieden angestellt worden.

1) Ausser den Beobachtungen Saussure's, welche in Tabelle V. zusammengestellt sind, konnte ich in dem Gebiete der Alpen noch folgende Beobachtungen über die Temperatur der oberen Bodenschichten zur Vergleichung benützen.

Ott Beobachtungen in Zürich in Tiefen von ½ bis 6 Par. Fuss, während 4½ Jahren, von 1762 angefangen. In Lambert's Pyrometrie 358; und auf Cels. reducirt von Quetelet, Annal. de l'observ. de Bruxelles. IV. 114.

G. Bischof, die Wärmelehre des Innern unsers Erdkörpers. 1837; interessante Beobachtungen an einigen Punkten der Schweizer Alpen, vorzüglich in Grindelwald enthaltend; einjährige Beobachtungen von Ziegler an dem letzteren Orte, bei 4 Fuss Tiefe, sind Seite 423 mitgetheilt.

Bravais und Ch. Martins, länger fortgesetzte Beobachtungen über die Temperatur des Bodens an der Oberfläche, und in Tiefen von 1 oder 2 Decimeter, am Faulhorn. Séries météorologiques faites au sommet du Faulhorn (2683m.) etc. en 1841, 1842 et 1844. In dem Annuaire météorologique de la France. 2e année.

2) Ich konnte es nicht vermeiden, einige Punkte zu vergleichen, an welchen die Thermometer nicht genau bis zur gleichen Tiefe eingegraben waren. Ich glaube, dass dieser Umstand auf das allgemeine Resultat keinen wesentlichen Einfluss ausübt.

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
St. Anton 18. — 21. Spt. 14,175°, 2312′	und	Huthaus. 18 — 21. Spt 10,26°, 4625′	591 P. F.
St. Anton 29. u. 30. Spt. 12,1°*	und	Peissenberg. 29. u. 30. Spt. 10,48°, 3005′	428 „
Vispach 17. Aug. 17,3°, 2056′	und	Zermatt. 21. — 26. Aug. 11,1°, 5086′	489 „
Vispach 17. Aug. 17,3°	und	Pavillon. 10. — 12. Aug. 7,9°, 7495′	579 „
Vispach 17. Aug. 17,3°	und	Rothsattel. 14. Aug. +0,65°, 10250′	492 „
Vispach 17. Aug. 17,3°	und	Matterjoch. 28. u. 29. Aug. +0,69°, 10322′	498 „
Gressoney 1. u. 2. Spt. 11,54°, 4218′	und	Matterjoch. 28. u. 29. Aug. +0,69°	563 „
Zermatt 21. — 26. Aug. 11,1°, 5086′	und	Matterjoch. 28. u. 29. Aug. +0,69°	503 „
Zermatt 21. — 26. Aug. 11,1°, 5086′	und	Pavillon. 10. — 12. Aug. 7,9°, 7495′	753 „
Zermatt 21. — 26. Aug. 11,1°, 5086′	und	Vincenthütte. 8. — 16. Spt. 2,34°, 9734′	531 „
Pavillon 10. — 12. Aug. 7,9° 7495′	und	Rothsattel. 14. Aug. +0,65°, 10250′	381 „
Vincenthütte 8. — 16. Spt. 2,34°, 9734′	und	Gressoney. 1. 2. u. 19. Spt. 11,1°, 4218′	630 „
Vincenthütte 8. — 16. Spt. 2,34°	und	Matterjoch. 28. u. 29. Aug. +0,69°	379 „
Aosta. 20. Aug. 17,67°, 1890′		Verglichen mit den gleichzeitigen Beobachtungen zu Conche 1290′	451 „
Nant-Bourant. 6. Aug. 12,0°, 4384′			476 „
Chapiu. 7. Aug. 12,19°, 4805′			595 „
St. Jacques d'Ayas. 17. Aug. 8,25°, 5142′			335 „
Breuil. 10. Aug. 10,0°, 6187′			556 „
Breuil. 16. Aug. 10,75°			594 „
Kleiner St. Bernhard. 8. Aug. 5,88°, 6792′			423 „
Matterjoch. 14. Aug. +0,5°, 10322′			495 „

Mittel 510 Par. Fuss für 1° C. Abnahme in den Monaten August und September.

*) Diese Zahl (St. Anton) ist nicht direkt beobachtet, sondern aus der Temperatur der vorhergehenden Tage abgeleitet.

Man kann nicht erwarten bei diesem ersten Versuche schon einen ganz bestimmten Ausdruck für die Temperaturabnahme dieser Bodenschicht in verschiedenen Höhen zu erhalten.

Jedoch lassen die Zahlen der vorhergehenden Tabelle im allgemeinen erkennen, dass die Abnahme der Temperatur des Bodens, in Tiefen von 0,75 bis 1 Meter, in den Monaten August und September weit rascher ist, als die mittlere Abnahme der Quellentemperatur. (700—730′ für 1° C.). Diese Erscheinung wird, zum Theil wenigstens, wohl davon abhängen, dass auch die Abnahme der Lufttemperatur im Sommer viel rascher erfolgt als im Mittel des Jahres.[1]

Die Temperatur des Bodens näher der Oberfläche, in Tiefen von 50, 20 und 6 Centm., ist zu sehr von den täglichen Wärmeveränderungen der Atmosphäre, selbst von einzelnen Unregelmässigkeiten in derselben, abhängig, um aus den vorliegenden Beobachtungen mit einiger Wahrscheinlichkeit Zahlenwerthe für die von der Höhe bedingte Temperatur-Abnahme in diesen Schichten angeben zu können.

2) Die Lage eines Punktes in Beziehung auf die Himmelsgegenden hat einen sehr grossen Einfluss auf die Temperatur der oberen Bodenschichten. An Abhängen, welche gegen Süden und Südwesten gerichtet und den Besonnungen sehr zugänglich sind, während zugleich, durch den Bergrücken selbst, die kalten Nordwinde abgehalten werden, bemerkt man, auch in Tiefen von 0,75 bis 1 Meter, eine bedeutende Erhöhung der Bodenwärme.[2] Als Beispiele können unter anderen angeführt werden: (Nr. 20) Pavillon, (21) Gadmen, und vorzüglich (19) Bödemié. Zwischen Gadmen (8475′ 8,5°) und Zermatt (5086′ 11,5°) würde sich, wegen der zu grossen Wärme der oberen Station, die Temperatur in einer Tiefe v. 40—50 Centim. erst bei einer Höhendifferenz von 1130 P. F. um 1° C. vermindern. In Bödemié (5925′) zeigte sich der Boden in einer Tiefe von 80 Centim. sogar etwas wärmer als in Zermatt (5086′) und als in Gressoney (4218′). Das Thermometer war in Bödemié allerdings auf einem sehr besonnten und geschützten Abhange eingegraben; in der gleichen Exposition befinden sich in dieser Höhe noch die letzten Getreideculturen.

Die Beobachtungen auf der Vincenthütte (9734′; Reihe 2 u. 3) lassen erkennen, wie gross auch hier der Einfluss der Exposition auf die Temperatur der oberen Bodenschichten, bei 4—9 Centim., ist. Die Thermometer in den gegen Norden expo-

---

1) Für die Lufttemperatur beträgt die Abnahme im Sommer 440′ bis 450′, im Winter 620′ bis 710′ im Jahresmittel 540 P. F. Unters. S. 353.

2) Dove hat, durch Vergleichung der Beobachtungen zu Chiswick, eine sehr belehrende Darstellung der Temperaturverhältnisse des freien, besonnten und des beschatteten Bodens in verschiedenen Jahreszeiten gegeben. „Ueber den Zusammenhang der Wärmeveränderungen der Atmosphäre mit der Entwickelung der Pflanzen." Abhandl. d. Akad. zu Berlin, für 1844. S 360. Es sind in dieser Abhandlung viele sehr wichtige Betrachtungen über den Zusammenhang der Bodentemperatur mit dem Gedeihen der Pflanzen enthalten.

nirten stets beschatteten Gneissfelsen standen um mehrere Grade tiefer als jene in Schutt oder in Felsen, welche frei der Besonnung ausgesetzt waren. Man findet in den höheren Theilen der Alpen den Boden an sehr schattigen Abhängen oder in kleinen Schluchten nicht selten den grössten Theil des Tages fest gefroren, während die besonnten Felsen in geringer Entfernung davon an ihrer Oberfläche 10 bis 20° C. erreichen.

3) Sehr bemerkenswerth ist die bedeutende Erwärmung der besonnten Bodenoberfläche, welche man selbst in Höhen von 10000 bis 12000 Fuss bemerkt. An sehr heiteren Tagen beobachtete ich hier öfter Maxima von 20 bis 31° C., während die gleichzeitige Lufttemperatur nur 0 bis 8° betrug. Auf der Vincenthütte zeigte die besonnte Oberfläche der Felsen und des Bodens in den Mittagsstunden sehr häufig 10 bis 16° C., auch an Tagen, an welchen die Wirkung der direkten Besonnung durch vorüberziehende Nebel und Wolken geschwächt war; während die mittlere Temperatur der Luft im Schatten an 2^h p. m. 3,9° C. betrug; nur an sehr schönen Tagen stieg die Lufttemperatur im Schatten auf 5 bis 6°, an einem einzigen Tage betrug sie 9,1° C.

Das Maximum der Oberflächentemperatur, welches in den schönen Beobachtungsreihen von Bravais und Martins auf dem Faulhorn (2683 Met.) vorkömmt, ist am 28. September 1844 12^h 39,8° C.; Lufttemperatur 9,9. Diese hohen Temperaturen der Bodenoberfläche zeigen sehr rasche und grosse Oscillationen. Sobald die Sonne nur kurze Zeit von einem mehr oder minder dichten Wolkenschleier bedeckt ist, sinken die Thermometer schnell um mehrere Grade. Auch die kalten Winde bringen bedeutende Veränderungen in der Wärme der Bodenoberfläche hervor.

Die Feuchtigkeit des Bodens in den Hochregionen übt ebenfalls einen sehr grossen Einfluss auf die Temperatur desselben aus; sowohl an der Oberfläche des Bodens als in den etwas tieferen Schichten.

Die Lebhaftigkeit der Thau- und Reifbildung, das Entstehen von Nebeln oder die Berührung mit vorüberziehenden Wolkenschichten, die Häufigkeit kleiner Schneefälle, die sich weiter unten bald in feinen Regen verwandeln, und nicht selten ganz verdunsten, wenn sie die untern wärmeren Schichten der Atmosphäre erreichen; alle diese Umstände tragen wesentlich dazu bei, in den höheren Theilen des Gebirges dem Boden mehr Feuchtigkeit mitzutheilen.

Die obersten Erdschichten in Höhen, die sich merklich über die untere Grenze der Wolkenbildung[1] erheben, sind nur dann trocken, wenn sich mehrere schöne und warme Tage folgen, an denen die Wolkenbildung selten ist, oder auf sehr grosse Höhen beschränkt bleibt, aber bei einer Tiefe von 2 bis 3 Centm. enthalten sie auch dann noch eine merkliche Menge von Feuchtigkeit.

---

1) Selbst Mittags an Sommertagen finden sich schon zwischen 7000′ bis 8000′ viele Haufenwolken; Morgens und Abends stehen sie noch merklich tiefer. Vergl. Cap. Atmosph. Feuchtigkeit. Theil III.

An der Oberfläche der Felsen treten daher im allgemeinen höhere Maxima ein als an jener des Schuttbodens und der Erde, weil in den letzteren gerade zur Zeit, wo das Maximum der Temperatur eintritt, durch die Verdunstung der Feuchtigkeit viel Wärme gebunden wird.[1] Auch ist, wie die Beobachtungen auf der Vincenthütte erkennen lassen, die Differenz der Extreme, sowohl an der Oberfläche als in den tieferen Schichten bis zu 20 Centim., in dem Felsen grösser als in dem gewöhnlichen, feuchten Schuttboden.

4) Die bedeutende Erwärmung, welche die Oberfläche der Felsen und des trockenen Schuttbodens zeigt, ist für das Gedeihen der kleinen Hochalpen-Pflanzen, welche sich nur so wenig über den Boden erheben, von grosser Wichtigkeit. Sie erhalten auf diese Weise weit grössere Wärmemengen, als man aus der Betrachtung der Temperatur der freien Atmosphäre erwarten sollte. Auch sind für viele Vorgänge in der Entwickelung der Vegetation, zum Beispiel für die Blüthenbildung oder die Fruchtreife, nicht nur günstige mittlere Temperaturverhältnisse, sondern auch bestimmte hohe Wärmegrade nöthig; diese letzteren können den kleinen phanerogamischen Pflanzen, welche noch an einzelnen Punkten bei 10000 bis 11770 P. F. vorkommen[2], nur durch die grosse Erwärmung der Bodenoberfläche in ihrer Nähe zugeführt werden.

Die Pflanzen selbst tragen theilweise dazu bei, die Temperatur des Bodens zu modificiren, so dass sie ihrem Gedeihen förderlicher wird. Der sehr dichte Rasen, welchen einige Hochalpenpflanzen, zum Beispiel Cherleria sedoides, Cerastium latifolium, Saxifraga oppositifolia u. s. w. bilden, beschränkt sehr wesentlich das Eindringen des Wassers in den Boden; derselbe ist unter diesen Pflanzen bei weitem nicht so sehr mit Feuchtigkeit angefüllt, als da wo er nicht von Vegetation bedeckt wird. An der Phanerogamengrenze wird das den Boden befeuchtende Wasser vorzüglich durch Schmelzen des Schnees geliefert; die dünne Schneedecke schmilzt gewöhnlich rasch, und über den dichten, meist etwas geneigten Rasen läuft dann das Wasser grösstentheils ab. So werden hier die Erdschichten von dem Eindringen dieses kalten Wassers geschützt und weniger erkältet, als die von Vegetation entblössten. Auch wird in diesen letztern bei der Verdunstung des reichlich angehäuften Wassers ebenfalls wieder Wärme gebunden, und auch dadurch bewirkt, dass bei gleicher Insolation die trockenen, wenn auch mit Vegetation bedeckten Stellen etwas mehr über die Temperatur der Luft sich erwärmen. Es scheint demnach in diesen grossen Höhen in Folge der häufigen Befeuchtung des Bodens, insbesondere durch schmelzende Schneelagen, die Temperatur auch im Mittel unter dem Rasen wärmer zu sein, als in dem freiliegenden (feuchteren) Schuttboden.

---

1) Nur an sehr trockenen kleinen Erdansammlungen, zum Beispiel an solchen, die nur eine dünne Lage auf Felsen bilden, bemerkt man höhere Maxima als an der Oberfläche unbedeckter Felsen.

2) Vgl. Cap. VII und Untersuchungen Cap. 21.

Die Erde unter dem Rasen ist zugleich weniger grossen Kälte- und Wärmeextremen ausgesetzt als die festen Felsen in gleicher Tiefe[1].

Wenn man die grossen Unterschiede in der Temperatur des Bodens betrachtet, welche an hohen Standpunkten durch die Exposition des Abhanges, den Schutz desselben vor kalten Winden, der grössern oder geringern Entfernung von Schnee- und Eismassen u. s. w. hervorgebracht werden, so begreift man, warum an einzelnen Stellen, welche vermöge der Bodenform aus der Schneebedeckung hervorragen und gleichsam Inseln wärmeren Bodens bilden, phanerogamische Pflanzen selbst noch 2000 Fuss über der Schneelinie gedeihen können; während an anderen ebenfalls schneefreien Punkten, welche aber diese günstige Lage nicht besitzen, selbst in geringeren Höhen keine Spur von Vegetation oder wenigstens keine Phanerogamen zu entdecken sind.

5) In der Tabelle VI (Seite 202) sind die Temperaturveränderungen von drei Flüssen verglichen, welche sich in dem grossen Becken von Partenkirchen vereinigen. Man erhält im Mittel dieser Beobachtungen, die sich zwischen den 5. und 30. September 1852 vertheilen:

Temperatur der Loisach	11,43° Cels.
„ „ Partnach	8,64
„ „ Kanker	11,11
Temperatur der Luft im Schatten zu St. Anton, Mittel des September	12,2
Temperatur des besonnten Bodens in einer Tiefe von 75 Centimetern zu St. Anton; Mittel vom 6–27. September	14,4.

Die Temperaturverschiedenheiten dieser drei Flüsse ordnen sich weder nach ihrer Wassermasse, denn hier folgen sich die Loisach, die Partnach und hierauf die weit kleinere Kanker, noch nach ihrer Längenentwickelung. Die letztere beträgt mit Einschluss der wichtigsten Krümmungen:

bei der Loisach	72000 Par. Fuss,
bei der Partnach	46300 „ „
bei der Kanker	30700 „ „

Die weit kältere Temperatur der Partnach scheint vorzugsweise davon abzuhängen, dass sich in ihr das Wasser von den stellenweise mit Schnee und Eis bedeckten Abhängen des 8000 bis 9000' hohen Gebirgsstockes der Zugspitze und des Wettersteines vereiniget. Zugleich fliesst die Partnach bis in die Ebene von Partenkirchen mit grosser Schnelligkeit durch ein tief eingeschnittenes und nach Norden gerich-

1) Einige Beispiele hiefür sind unter den Beobachtungen auf der Vincenthütte mitgetheilt. Vergl. auch die im 3. Theile mitgetheilten Versuche über die Wärmeleitungsfähigkeit des trockenen Sandes und des Marmors.

tetes Thal. Die Loisach und die Kanker befinden sich hingegen in breiteren Thälern, von denen vorzüglich das letztere der Besonnung sehr zugänglich ist. Dessen ungeachtet scheinen alle drei Flüsse im September und wohl überhaupt während der ganzen eisfreien Periode des Jahres kälter zu sein als die mittlere Temperatur der Luft und als jene des Bodens in einer Tiefe von 75 Centm. Der Grund hiervon dürfte darin zu suchen sein, dass alles Wasser aus den höheren und daher kälteren Regionen rasch nach der Tiefe gelangt und noch zum Theil seine niedrige Temperatur mit sich bringt. Ferner ist das Wasser, welches aus den höheren Theilen des Gebirges kömmt, nicht nur kälter durch die geringere Temperatur des Quellwassers, sondern zugleich durch den Zufluss aus schmelzenden Schneemassen[1] und aus kleinen Gletschern.

Es müssen daher im allgemeinen die Gewässer, welche aus den Hochregionen[2] in die Gebirgskessel zusammenströmen, zur Erkältung der Luft und noch weit mehr des Bodens in ihrer Nähe beitragen. Der oft wiederholten kleinen Ueberschwemmungen und die theilweise Versumpfung der Thäler bewirken, dass sich der erkältende Einfluss der Gebirgsbäche auf die Thalsohle nicht selten weiter erstreckt, als man erwarten sollte.

In den Wintermonaten ist das Verhältniss der Temperatur der Flüsse zur Wärme der Luft nicht mehr dasselbe. In den Alpen ist der nicht gefrierende Theil der Flüsse, welcher dann fast nur Zuflüsse aus wahren Quellen erhält, entschieden wärmer als die Lufttemperatur. Die letztere beträgt z. B. im Januar bei 2050 P. F. —2,5° C., bei 4000′ —5,0°, bei 5900′ —7,5°.

Bei grösseren Strömen wird das gegenseitige Verhältniss der Luft- und Wasserwärme ein ganz anderes.

Renou hat zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass manche Flüsse in jeder Jahreszeit wärmer sind als die Lufttemperatur. Für die Loire bei Vendôme betrug der Unterschied im Jahresmittel 2,24° C. (Comptes rendus 28. Jul. 1852.) Auch die Beobachtungen von Oscar Valin in Tours ergaben einen ganz ähnlichen Unterschied. Babinet und in Uebereinstimmung mit ihm Renou erklärten diese Erscheinung als abhängig von der Absorption der Wärme durch das Flussbett, auf welche ein späteres Wiederausstrahlen der Wärme folgt. Sie bezeichnen diese Temperatur-

1) Da im Frühlinge und selbst zur Zeit des Temperaturmaximums im Sommer noch mehr Oberfläche des Hochgebirges mit Schnee bedeckt ist als im Anfange des Herbstes, so wird der Unterschied zwischen Luft- und Wasserwärme im Herbste etwas geringer sein.

2) In den inneren Theilen der Alpen, in welchen die Bäche aus grossen Schnee- und Gletschermassen entspringen, werden dieselben im Mittel noch mehr von der Temperatur der Luft abweichen. Vergl. die Beobachtungen der Temperatur einiger Gletscherbäche, in unseren Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 286 und die Bemerkungen S. 289 und 280.

Den erkältenden Einfluss, welchen die Gletscher auf die Temperatur des Bodens in ihrer Nähe ausüben, hat G. Bischof durch interessante Versuche in Grindelwald nachgewiesen. Wärmelehre S. 191 bis 193 und S. 423.

erhöhung des Wassers als ganz analog der Erwärmung der Luft in dem von SAUSSURE[1] angegebenen Heliothermometer.[2]

Die Erwärmung hängt nicht nur von der Insolation und äusseren Lufttemperatur, sondern zugleich von den hydrographischen Verhältnissen wesentlich ab. Die Wassermenge, die Schnelligkeit des Laufes, Zahl und Mächtigkeit der aus Hochgebirgen kommenden Zuflüsse, Durchsichtigkeit des Wassers, am meisten wohl Temperatur und jährliche Vertheilung des atmosphärischen Niederschlages, Unterbrechungen des regelmässigen Stromlaufes durch Seen und Sümpfe u. s. w. müssen ebenfalls diese Verhältnisse vielfach modificiren.

Als Beispiel für die Unterschiede, welche hiedurch in dem Gange der Erwärmung verschiedener Flüsse hervorgebracht werden, führe ich nach BRAVAIS[3] die monatlichen Temperaturen der Rhone und Saône bei Lyon an.

	Rhone.	Saône.	Luft.
Januar . . .	4,2 C.	2,1 C.	—1,5 C.
Februar . . .	4,6	3,3	3,9
März	6,1	5,0	7,2
April	10,0	10,0	9,0
Mai	15,2	16,1	16,5
Juni	18,7	20,9	21,2
Juli	19,2	21,1	21,9
August . . .	19,6	21,0	20,3
September . .	17,5	18,7	16,9
October . . .	13,9	13,6	12,2
November . .	10,1	8,6	9,5
December . .	6,0	4,5	4,5
Mittel . . .	12,1	12,1	11,9

1) SAUSSURE Voyages § 932 und FOURIER Mém. de l'Acad. d. Paris VII. S. 585. Unsere Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 433.

2) Da zu Anfang des Winters der Unterschied zwischen der Luft- und Wasserwärme am bedeutendsten ist, (2,95° C. im November und December bei der Loire), zu einer Zeit also, wo allerdings die Lebhaftigkeit der Besonnung nicht am grössten ist, so glaubte RANKINE, die Reibung des Wassers wäre die Ursache dieses Wärmeüberschusses. (RANKINE, on the causes of the excess of the mean temperatures of rivers. Philos. Mag. Nov. 1852.) In der Bibliothéque univers. de Genève wurde dagegen bemerkt, dass sich ein ganz entsprechender Wärmeunterschied auch am kleinen See beim St. Bernhard-Hospiz zeigt. Die weniger rasche Abnahme der Wassertemperatur im Herbste wird der grossen specifischen Wärme des Wassers im Vergleiche zu jener der Luft zugeschrieben.

3) BRAVAIS Géographie physique de la France p. 147, in Patria, ou la France ancienne et moderne etc.

B. Temperatur der Quellen.

Es wurde bei diesen Beobachtungen alle Sorgfalt auf eine möglichst genaue Bestimmung der Temperatur des Quellwassers verwendet. Die Quellenmündung wurde mit einem Stocke oder einer Schaufel erweitert, um dem Wasser einen raschen Abfluss zu verschaffen, und um das Thermometer weiter in das Innere der Höhlung einführen zu können. Das Thermometer wurde dann seiner ganzen Länge nach in das Wasser gelegt; bei dem Ablesen blieb die Kugel in der lebhaftesten Strömung eingetaucht. Die Höhenangaben in der folgenden Tabelle gründen sich auf unsere barometrischen Beobachtungen. Zum Theil sind die Höhen der Quellen bereits in den Listen in der ersten Abtheilung dieses Buches enthalten; bei Quellen, welche ganz in der Nähe von barometrisch gemessenen Punkten lagen, wurden kleinere Höhendifferenzen durch Ablesungen des Aneroidbarometers, seltener durch Schätzung bestimmt. Bei grösseren Entfernungen oder stärkeren Unterschieden der Erhebung wurde das Barometer beobachtet, und aus dem Vergleiche seines Standes mit jenem an der unmittelbar vorhergehenden oder an der nachfolgenden Station die relative Höhe der Quelle berechnet.

I. Quellen in den Bayerischen Alpen, in den Umgebungen der Zugspitze.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	September 1852.	Temperat. Cels.
1.	Quellen bei Ober-Grainau, unmittelbar am Wege nach Unter-Grainau. Es sind mehrere starke Quellen, die sogleich einen kleinen Bach bilden. Sie entspringen aus den grossen Schuttmassen, welche am nordwestlichen Fusse des Waxenstein angehäuft sind. Die Temperatur wurde in einem lebhaft aufsteigenden Sprudel bestimmt, welcher aus einer, 15—20 Cent. breiten und 60 Cent. tiefen, vertikalen Oeffnung hervorkam.	2350	23.	8,4
2.	Bei den sieben Sprüngen; mehrere Quellen auf der linken Seite des Rainthales, unterhalb der Blauen Gumpe.	3290	9.	6,4
3.	Quellen auf der linken Seite des Lahnewies-Grabens, am Wege zur Enning-Alpe. Expos. S.	3680	7.	6,0
4.	Quelle Beim Zäunle, in der Sohle des Höllenthales, am Wege vom Bergwerksgebäude zum Mariensprung.	4035	22.	4,4
5.	Ursprung der Partnach; eine ungemein wasserreiche, aufsteigende Quelle auf der linken Seite des hinteren Rainthales. Der grösste Theil derselben kömmt aus einer tiefen, vertikalen Oeffnung von circa 2 Fuss Durchmesser hervor, welche sich in dem Oberen Alpenkalkstein befindet.	4337	9. 11.	3,6

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	September 1852.	Temperat. Cels.
6.	**Unterbaustollen im Höllenthal.** In den Stollen 150 bis 250 Fuss tief von dem Eingange entfernt, und 60 bis 90 Fuss unter der Oberfläche des nach N. W. exponirten Abhanges.	4425 *		
	A. **Temperatur des Felsens.**			
	Es ist dieses ein ziemlich reiner, heller Kalkstein, zur oberen Juraformation gehörig. Es wurden am 16. September in einem Abstande von 70 Fuss zwei horizontale Bohrlöcher von 15 und 20 Centimeter Länge gemacht an Stellen, an welchen damals nicht gearbeitet wurde. Die Röhren der Thermometer, oberhalb der Kugel, waren mit schlechtleitenden Substanzen umwickelt und die Oeffnungen der Löcher mit Thon fest verstopft.			
	Die Thermometer zeigten am 19. und 21. September übereinstimmend		19. 21.	4,0
	Die Temperatur der Luft im Stollen war 4,7 bis 5,0° C.			
	B. **Einige sehr kleine Quellen** in der Nähe zeigten		16. 17. 21.	4,0
	Der anhaltende Regen, welcher am 16., 17. und 21. Sept. fiel, hatte eine sehr bedeutende Vermehrung des fliessenden Wassers in der Grube zur Folge. Dasselbe drang allenthalben aus den vielen Spalten des Gesteines hervor. Jedoch auch die Temperatur des Wassers wurde zu gleicher Zeit verändert; sie schwankte zwischen 4,4 und 4,1°, und nur an einer einzigen Stelle, an welcher nach der Versicherung der Arbeiter das Wasser auch in trockenen Monaten nicht versiegt, fand ich auch am 21. Sept. die frühere Temperatur von 4,0°. Diese Erscheinung erklärt sich, wenn man bedenkt, dass die Temperatur des Regens, welcher bei warmem Südwind fiel, während dieser Tage zwischen 7 bis 11° C. betrug. Vergl. Cap. X.			
7.	**Mariensprung,** eine sehr schöne, wasserreiche Quelle auf der linken Seite des Höllenthales. Dieselbe hört im Winter öfter auf zu fliessen.	4490	22.	3,45
8.	Quelle im **Bockwalde,** auf der rechten Seite des Höllenthales. Expos. N. W.	4540	19. 22.	4,2
9.	Quelle bei der **Steinernen Hütte** im Leutaschthale. Expos. S. O.	5920	12.	2,4
10.	Quelle im **Mitterkahr** oder Kleinen Kahr; auf der rechten Seite des Höllenthales, am Fusse ausgedehnter Schutthalden. Expos. N.	5945	19.	1,9
11.	**Beim guten Wasser;** sehr schöne Quellen auf der linken Seite der grossen Mulde, in welche sich das hintere Rainthal endiget. Expos. S.	6312	10.	1,6

*) Die Höhe bezieht sich auf den Standpunkt der Thermometer.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	September 1852.	Temperat. Cels.
12.	Kleine Quelle auf der nordwestlichen Abdachung des Thörl-Passes; 102 Fuss unter dem Passe. Aus hohen Schuttmassen, welche durch einen eisenhaltigen Cement zu festen Bänken verkittet sind. Es dringen in einer Höhlung, die sich in einer Länge 25 Fuss am untern Rande dieser Schuttmassen hinzieht und 2 bis 3 Fuss Tiefe hat, zahlreiche Wassertropfen mehr oder minder lebhaft hervor. Die Beobachtung wurde an solchen Stellen gemacht, wo die stärksten Wassertropfen so dicht nebeneinander aus dem Gesteine drangen, dass sie sich sogleich zu einem zusammenhängenden kleinen Wasserstrahle vereinigten. Die Temperatur war in diesen Fällen constant, und sie stimmte an mehreren Punkten der Höhle genau überein.	7156	13.	1,1

II. Quellen in der nordöstlichen Schweiz.

			1851.	
13.	Quelle bei Art, am rechten Ufer des Zuger Sees.	1300	27. Juli	10,5
14.	Quelle bei den Brüderen Höfen, im Thale des Gross-Entlenbaches.	3178	31. Juli	6,8
15.	Quelle des Kalten Bades auf der Schwander Allmend, im grossen Schlierenthale (Cant. Unterwalden); eine schwache Mineralquelle. WAHLENBERG giebt an (De veget. et clim. in Helvetia p. LXXXI): 1812 11. Juni 5,0 C. 15. Aug. 5,7 - 21. Spt. 6,2 -	4487	30. Juli	5,3

III. Quellen im Wallis, in Piemont und in Savoien.

A. Beobachtungen im Wallis und in Piemont.

			1851.	
16.	Quelle auf der rechten Seite des Vispthales, zwischen Visp und Stalden, noch unterhalb der Rebengrenze. Expos. W. N. W.	2253	17. Aug.	10,6
17.	St. Jean de Gressoney, starke Quellen auf der rechten Seite des Thales, beim Goferhaus, am Fuss des Stallerhorns; aus Felsschutt entspringend. Expos. O. S. O.	4218	1. Spt. } 20. „ }	5,7
18.	Quelle etwas vor Täsch, im Vispthale, neben dem Wege, welcher von Randa kömmt; aus Felsschutt entspringend. Expos. N. W.	4560	19. Aug.	4,9

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	1851.	Temperat. Cels.
19.	Zermatt; eine ziemlich starke Quelle, welche das Wasser für den Brunnen des Dorfes liefert; auf der rechten Seite des Thales. Expos. W.	5310	25. Aug.	4,5
20.	Quelle an den Bergen auf der rechten Seite des Viescherglets chers; aus Granitfelsen entspringend. Expos. O. S. O.	5385	14. Aug.	4,6
21.	Quelle bei der Scarpe-Alpe, auf der Abdachung des Turlo gegen das Quarazza-Thal. Expos. N. O.	5579	29. Aug.	4,0
22.	Quelle bei Bödemié, ober dem Hause des Herrn Schwarz; ziemlich stark, aus Serpentinschutt entspringend. Expos. S. W.	5975	2. Spt. 17. „	4,2
23.	Quelle bei den letzten Alpenhütten auf der westlichen Abdachung des Col d'Arransole. Nicht sehr stark. In einer sehr sonnigen, von den kalten Nordostwinden geschützten Lage.	6095	31. Aug. 21. Spt.	4,3
24.	Quelle am Zinkenberge im Berner Oberlande. Neben dem Wege, welcher vom Grimsel-Spital zum Oberaargletscher führt; aus Granitfelsen entspringend. Expos. N. O.	6593	13. Aug.	2,9
25.	Quelle auf der nördlichen Abdachung des Turlo-Passes, neben dem Wege, welchen man gewöhnlich beim Uebergange über den Pass befolgt.	7110	29. Aug.	2,4
26.	Starke Quelle etwas unterhalb der Gabiet-Alpe, neben dem Wege. Sie entspringt in drei Armen am Fusse von Serpentinfelsen und von Schutt, welcher mit Rasen bewachsen ist. Auf einem sehr besonnten, gegen S. W. gerichteten Abhang.	7200	2. Spt. 16. „	2,8
27.	Quelle am südöstlichen Fuss des Ollenberges, neben dem Wege, welcher zum Ollenpass führt. Unter mächtigen Schuttmassen von Serpentin entspringend, welche zum Theil mit Rasen bewachsen sind. Expos. O. S. O.	6815	31. Aug.	3,1

B. Beobachtungen in Savoien und in den südwestlichen[1] Alpen.

28.	Quelle in dem Steinbruche an der Porte de France bei Grenoble. Diese Quelle, welche unmittelbar aus dem Jurakalkstein hervorbricht, wurde erst im Verlaufe der ausgedehnten Steinbrucharbeiten blos gelegt. Expos. S.	712	19. Oct. 22. „	12,4

1) Einige interessante Angaben über die Quellentemperatur in den südwestlichen Ausläufern der Alpen oberhalb Avignon findet man in: Ch. Martins Essai sur la topographie botanique du Mont Ventoux en Provence. Ann. de scienc. natur. 1838 X; übers. in Berghaus Annalen der Erdkunde 1840 IX. 348.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	1851.	Temperat. Cels.
29.	Turin; Quellen in der Nähe des Palais Valentino, unmittelbar am Ufer des Po. Die angegebene Temperatur wurde in dem schönen Strome der kältesten Quelle bestimmt, welche aus festem Schutt in dem tiefen Erdgeschosse eines Hauses entspringt. Einige andere Quellen in der Nähe, welche gefasst waren, und daher nicht ganz unmittelbar am Ursprunge beobachtet werden konnten, hatten 14,0 bis 14,4° C.	750	7. Oct.	13,1
30.	Moutiers; sehr schöne Quelle auf der rechten Seite des Isèrethales. Etwas unterhalb der Stadt, am Wege nach Aigueblanche; am Fusse eines sehr sonnigen, mit Reben bepflanzten Abhanges, welcher nach S. S. O. gerichtet ist.	1510	25. Spt.	11,3
31.	Salins, oberhalb Moutiers, auf der linken Seite des Isèrethales. Kalte Quelle, welche ganz in der Nähe der heissen Mineralquelle entspringt. Die Temperatur wurde, 25 Fuss weit von der Oberfläche des Bodens entfernt, in dem Stollen bestimmt, durch welchen man die Quelle weiter in das Innere des Berges verfolgte. Expos. N. N. W.	1570	28. Spt.	10,6
32.	Quelle auf der rechten Seite des Chapiuthales, unterhalb Bonneval. Expos. O.	3210	24. Spt.	8,3
33.	Schöne Quelle 100 Fuss ober Contamines, auf der rechten Seite des Thales von Mont-Joie. Expos. W. N. W.	3711	25. Spt.	7,4
34.	Bionnassay; Quellen auf der linken Seite des Thales. Expos. S.	4077	27. Spt.	7,1
35.	Quelle bei Les Brevières, im oberen Isèrethal.	4827	30. Spt.	4,9
36.	Zwei Quellen etwas oberhalb der Alpenhütten von Chapiu. Auf der rechten Seite des Thales, neben dem Wege, welcher zum Oratoire du glacier führt. Am Fusse eines nach S. O. exponirten Abhanges, welcher jedoch durch die gegenüberstehenden Berge theilweise beschattet wird.	4850	23. Spt.	5,1
37.	Quelle oberhalb Chaudane auf der rechten Seite des Encombre-Thales. Auf einem der Besonnung sehr zugänglichen, nach S. W. gerichteten Abhange. In der gleichen Lage befanden sich hier und noch etwas weiter nach aufwärts die letzten Getreideculturen.	5268	29. Spt.	5,3
38.	Quelle bei den Alpenhütten von Motet, am südwestlichen Fusse des Col de la Seigne.	5808	23. Spt.	4,0
39.	Quellen ganz in der Nähe des Combal-See's, auf der rechten Seite des Thales der Allée Blanche. Am Fusse schattiger, nach N. W. gerichteter Abhänge.	5950	23. Spt.	3,4

IV. Quellen in den vulkanischen Gebirgen der Auvergne.

Die Höhen sind aus Ramond, nivellement barométrique des Monts-Dores et des Montes Domes. (Mém de l'Acad. des sciences pour 1815.) Bei Nr. 4, 5 u. 6 wurde die Höhe der Quellen durch Interpolation, mit Benützung der ganz nahe liegenden Stationen Ramond's, bestimmt.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	1851.	Temperat. Cels.
1.	Quellen in der Grotte von Royat. Am Fusse eines 62 Fuss mächtigen Lavastromes entspringen hier mehrere sehr wasserreiche Quellen.	1533	28. Oct.	10,6
2.	Fontanas, mehrere Quellen in der Nähe des Dorfes. Unter einem breiten und mächtigen Lavastrom entspringend.	2426	2. Nov.	8,2
3.	La Font de l'Arbre, oberhalb Fontanas; einige Quellen bei den höchsten Häusern.	2478	2. Nov.	8,1
4.	Quelle etwas vor Murat-la-Quayre. Neben der Strasse, welche zu den Bädern von Mont-Dore führt.	3140	30. Oct.	7,9
5.	Bains du Mont-Dore. Sehr starke, gefasste Quellen etwas oberhalb des Dorfes, welche das Trinkwasser für dasselbe liefern.	3255	1. Nov.	6,5
6.	Quelle am Fuss des Capucin.[1] Neben dem Wege von den Bädern zum Vallée de la Cour. Eine nicht sehr starke aber constant fliessende Quelle.	3300	1. Nov.	6,9
7.	Quelle der Dogne und Quelle der Dore, auf einem Plateau am nördlichen Fusse der Pyramide des Puy de Sancy. (1895 M. 5834 P. F.) Die Dogne entspringt, wie auch Ramond annimmt, so ziemlich in gleicher Höhe mit der Dore; durch die Vereinigung beider wird die Dordogne gebildet. Die Temperatur mehrerer Quellen stimmte genau überein.	5215	31. Oct.	2,9

Wenn man die Beobachtungen in den vorhergehenden Tabellen unter sich vergleicht, so bemerkt man vielfache und nicht selten sehr bedeutende Unregelmässigkeiten.

Unter den Einflüssen, von denen die Temperatur der Quellen wesentlich abhängt, kann man wohl zwei Gruppen unterscheiden. Die eine Gruppe bilden jene

1) Die um einige Zehntel wärmeren Temperaturen der Quellen 1, 2 u. 3, welche Herr Lecoq in dem interessanten Itinéraire de Clermont au Puy de Dôme 2de éd. 1836. p. 83 anführt, können wohl theilweise daher rühren, dass der Nullpunkt seiner Thermometer nicht corrigirt war. Vergl. Cap. IX.

allgemeineren climatischen Verhältnisse, welche sich zwar mit der Höhe ändern, aber in horizontaler Richtung auf ziemlich ausgedehnte Strecken unverändert bleiben, so lange die Bodengestaltung ebenfalls den gleichen Typus beibehält Die Temperatur der Luft, die Besonnung, die Ausstrahlung des Gesteines, die Menge, Vertheilung und Temperatur der atmosphärischen Niederschläge, die Tiefe der Eisbildung in den lockeren Erdschichten während des Winters, die Dicke der winterlichen Schneedecke, die Höhe der Wolken- und Nebelmassen, welche den Boden berühren etc., dürften unter den climatischen Verhältnissen besonders zu nennen sein. Auch die Zuleitung der inneren Erdwärme kann hier noch erwähnt werden, obwohl diese auf die Wärme der Quellen gewiss nur einen sehr geringen Einfluss hat. Eine andere Reihe von Einwirkungen auf die Quellenwärme trägt einen weit mehr localen Character; in dieser Gruppe dürften wohl vorzüglich die Ursachen für die Störungen in den regelmässigen Verhältnissen der Quellentemperatur zu suchen sein. Als einige der wichtigsten möchte ich folgende anführen: Die Exposition der Abhänge und ihre Beschattung durch gegenüberstehende Berge, die Tiefe, aus der das Quellwasser hervorkommt, die chemischen Zersetzungen im Innern, die Zusammensetzung und die physikalischen Eigenschaften des Bodens, seine Feuchtigkeit und Wärmecapacität, die Steilheit der Schichtenstellung, die Zerklüftung des Gesteines besonders in Kalkgebirgen, die unmittelbare Nähe grösserer perennirender Eismassen unterhalb der Schneegrenze etc. etc.

In dieser Gruppe ist es die Exposition der Abhänge, deren Einwirkung am häufigsten sich bemerkbar macht.

In Lagen, welche der Besonnung sehr zugänglich sind und zugleich vor den kalten Nord- und Nordost-Winden geschützt werden, findet eine bedeutende Erhöhung der Quellentemperatur statt, übereinstimmend mit der grösseren Wärme der Luft und der oberen Bodenschichten und mit dem höheren Ansteigen der Vegetationsgrenzen an diesen Punkten. Als Beispiele können angeführt werden: (Nr. 23) Bödemie, (24) Arransole, (27) Gabiet, (35) Bionnassay und (38) Chaudane.

Die niedrigen Temperaturen sehr wasserreicher Quellen in Kalkgebirgen[1], bei

1) Durch Eis-Ansammlungen, welche sich in den Spalten und Höhlungen im Innern der Kalkgebirge bilden, kann ebenfalls das Quellwasser erkaltet werden. (Viele Beispiele kalter Höhlen, glacières naturelles, hat Bravais zusammengestellt. Patria. Géogr. phys. S. 146.) In den Alpen dürfte als eines der schönsten Beispiele besonders die Kolowrat-Höhle im Untersberge bei Salzburg zu nennen sein.

In der Nähe grosser Gletscher kommen sowohl in den Kalkgebirgen als auch in den krystallinischen Gesteinen der Centralalpen zuweilen sehr starke und auffallend kalte Quellen zum Vorschein, deren Wasser durch das Abschmelzen des Gletschereises geliefert wird; diess beweisen ihr theilweises oder gänzliches Versiegen während des Winters und die trübe, milchige Farbe des Wassers, welche man meistens an ähnlichen Quellen beobachtet. Sie können natürlich in Beziehung auf ihre Temperaturverhältnisse nicht mit den anderen, wahren Quellen verglichen werden, da ihre Wärme zunächst nur von der Masse des Wassers und von der Entfernung abhängt, welche dasselbe von dem Punkte seines Versinkens in den Boden unter dem Gletscher bis zur Ausströmungsöffnung durchlaufen muss.

welchen das Wasser in den Felsenspalten rasch aus grösseren Höhen in die Tiefe herabströmt, zeigen der Ursprung der Partnach Nr. 5 und der Mariensprung Nr. 7, beide in der Nähe der Zugspitze.

Bei den verschiedenen Ursachen, von welchen die Wärmeverhältnisse der Quellen abhängen[1], wird es sehr schwierig die Abnahme der Temperatur mit der Höhe zu verfolgen, und einen nur etwas regelmässigen Gang für dieselbe aufzufinden. Ich habe jedoch den Versuch gewagt, einige allgemeine Zahlen aus den vorliegenden Daten abzuleiten; ich benützte dazu ausser den Beobachtungen vom Jahre 1851 und 1852 auch jene, welche ich in einer früheren Abhandlung mitgetheilt habe[2], ebenso wie die Beobachtungen von WAHLENBERG, UNGER, SIMONY und SENDTNER.

Durch zahlreiche Vergleichungen der verschiedenen Quellen erhielt ich die folgenden Angaben für die Lage der Isogeothermen in den Centralalpen von Wallis und Savoien, und in der nördlichen Nebenzone der Alpen, welche mit Höhen von 6000 bis 9500′ den Rand des Gebirges in der Schweiz, in Bayern und in Oesterreich bildet. Die mittleren Temperaturen der Luft sind aus der Zusammenstellung meines Bruders entnommen.

In einer zweiten Tabelle sind einige Beispiele für die Abnahme der Temperatur in einzelnen Fällen gegeben. Es wurden vorzugsweise Quellen von ziemlich gleicher Lage u. s. w. und von nicht zu geringer Höhendifferenz verglichen, da man nur auf diese Weise erwarten darf, ein einigermassen richtiges Bild von den Veränderungen der Temperatur in verschiedenen Höhen zu erhalten.

---

1) Vergl. die treffenden Erörterungen über diese Ursachen in ALEX. VON HUMBOLDT's Kosmos I. S. 228.

2) Ueber die Bildung und Temperatur der Quellen und die Isogeothermen der Alpen; Untersuchungen u. s. w. Cap. XI, und POGGENDORFF's Annalen LXXVII. Es findet sich dort auch die nähere Angabe der Litteratur.

Viele interessante Beobachtungen über die Temperatur der Quellen in den östlichen Alpen, in Oesterreich, Steiermark, Kärnthen u. s. w. sind ferner mitgetheilt in KREIL's magnetischen und geographischen Ortsbestimmungen im österreichischen Kaiserstaate, und in mehreren Abhandlungen von A. VON MORLOT, im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt.

I. Höhe der Isogeothermen.

Isotherme.	Centralalpen von Wallis und Savoien.			Nördliche Nebenzone der Alpen.		
	A. Quellentemperatur.		B. Mittlere Jahrestemperatur der Luft.	A. Quellentemperatur.		B. Mittlere Jahrestemperatur der Luft.
	Höhe.	Erheb. f. 1° Cels.	Höhe.	Höhe.	Erheb. f. 1° Cels.	Höhe.
° Cels.	Par. Fuss.		Par. Fuss.	Par. Fuss.		Par. Fuss.
12,5	830		380*	—		—
		612				
10,0	2360		1660	—		—
		552				
9,0				1600		1500
					613	
7,5	3740		3135	2520		2400
		564			612	
5,0	5150		4500**	4050		3750
		800			688	
2,5	7150		5850	5770		4965
		1033			987	
1,0	circ. 8700		6660	7250		5650
0,0	circ. 9600 — 9800		7200	circ. 8200 — 8300		6100

* Für die Stationen am Südrande der Alpen. ** In den unmittelbaren Umgebungen des Monte-Rosa ist die Lufttemperatur zwischen 4000 und 6000′ etwas wärmer. Vergl. Cap. IX.

II. Temperaturabnahme in speciellen Fällen.

A. Quellen in den bayerischen Alpen, in den Umgebungen der Zugspitze; und in der nordöstlichen Schweiz.

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
Sieben Sprünge 3290′ 6,4°	und	Grainau. 2350′ 8,4°	470 Par. Fuss.
Lahnewiesgraben 3680′ 6,0°	und	Grainau.	554 „
Partnach 4337′ 3,6°	und	Grainau.	414 „
Unterbaustollen 4425′ 4,0°	und	Mitterkahr. 5945′ 1,9°	724 „
Unterbaustollen	und	Gutes Wasser. 6312′ 1,6°	786 „
Mariensprung 4490′ 3,45°	und	Zaünle. 4035′ 4,4°	479 „
Steinerne Hütte 5920′ 2,4°	und	Unterbaustollen.	934 „

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.
Gutes Wasser	und	Sieben Sprünge.	630 Par. Fuss.
6312′ 1,6°		3290′ 6,4°	
Thörl	und	Sieben Sprünge.	729 „
7156′ 1,1°			
Thörl	und	Steinerne Hütte.	951 „
Art	und	Kalte Bad, Schlierenthal.	613 „
		4487′ 5,3°	
Art	und	Brüderen.	508 „
		3178′ 6,8°	
Brüderen	und	Kalte Bad, Schlierenthal.	873 „

B. Quellen im Wallis, in Piemont und in Savoien.

Zermatt	und	Visp.	501 „
5310′ 4,5°		2253′ 10,6°	
Zermatt	und	Gressoney.	910 „
		4218′ 5,7°	
Viescher-Gletscher	und	Visp.	522 „
5385′ 4,6°			
Scarpe Alpe	und	Zermatt.	538 „
5579′ 4,0°			
Scarpe Alpe	und	Gressoney.	801 „
Arransole	und	Visp.	673 „
6095′ 4,3°			
Zinkenberg	und	Zermatt.	802 „
6593′ 2,9°			
Ollen	und	Zermatt.	1075 „
6815′ 3,1°			
Ollen	und	Arransole.	600 „
Turlo	und	Scarpe Alpe.	957 „
7110′ 2,4°		5579′ 4,0°	
Gabiet	und	Bödemié.	875 „
7200′ 2,8°		5975′ 4,2°	
Gabiet	und	Arransole.	737 „
Moutiers	und	Grenoble.	725 „
1510′ 11,3°		712′ 12,4°	
Salins	und	Grenoble.	477 „
1570′ 10,6°			
Chapiuthal	und	das Mittel aus Turin, Grenoble u. Moutiers.	555 „
3210′ 8,3°		991′ 12,3°	
Chapiuthal	und	Salins.	713 „

Verglichene Punkte.			Erhebung für 1° C. Abnahme.	
Contamines 3711′ 7,4°	und	das Mittel aus Turin u. s. w. 991′ 12,3°	555	„
Contamines	und	Salins.	669	„
Bionnassay 4077′ 7,1°	und	das Mittel aus Turin u. s. w.	593	„
Bionnassay	und	Salins.	716	„
Chapiu 4850′ 5,1°	und	Motet. 5808′ 4,0°	871	„
Chaudane 5268′ 5,3°	und	Bionnassay. 4077′ 7,1°	662	„
Chaudane	und	Chapiuthal. 3210′ 8,3°	686	„
Combalsee 5950′ 3,4°	und	Chapiu. 4850′ 5,1°	647	„

Ich möchte hier wiederholt darauf aufmerksam machen, wie wir bereits früher gethan[1], dass die Bedeutung ähnlicher Mittelwerthe weit weniger darin liegt, dass sie eine Hülfe für approximative Schätzungen gewähren; sie dienen vielmehr hauptsächlich dazu, eine allgemeine und übersichtliche Vergleichung verwandter Erscheinungen in verschiedenen Länderstrichen und unter verschiedenen äusseren Bedingungen zu erleichtern.

In speciellen Fällen und für kleinere Partieen des Gebirges können sehr bedeutende Abweichungen von den hier gegebenen Mitteln stattfinden, da die letzteren nur die Verhältnisse der Quellentemperatur in den allgemeinsten und häufigsten Fällen für ausgedehntere Theile der Alpen veranschaulichen.

Es wird zwar noch weiterer Beobachtungen bedürfen, um die mittlere Höhe der Isogeothermen, welche ich in Tabelle I darzustellen versuchte, mit der wünschenswerthen Genauigkeit festzustellen; dennoch dürfte es erlaubt sein schon jetzt einige allgemeine Resultate etwas näher zu betrachten.

Die Erhebung, welche der Verminderung der Quellentemperatur um 1° C. entspricht, scheint im Mittel, vom Fusse der Alpen bis zur Isogeothermenfläche von + 1°, ungefähr 700 bis 730 Par. Fuss, in runder Zahl 120 Toisen zu betragen. In den Centralalpen von Wallis und Savoien erhält man, wenn man das Mittel aus den Abnahmen zwischen den einzelnen Isothermen nimmt, 712′, in der nördlichen Nebenzone der Alpen 725′.

Die in der zweiten Tabelle enthaltenen Zahlen würden im Mittel etwas weniger ergeben (690′), weil die Mehrzahl der Quellen, welche hier zur Vergleichung benützt werden konnten, zwischen Höhen von 2000′ und 6000 bis 6500′ liegen.

Das Resultat, welches ich für die Abnahme der Quellentemperatur fand, ist

1) Untersuchungen u. s. w. S. 340.

etwas kleiner als jenes, welches KÄMTZ aus den 19 Beobachtungen WAHLENBERGS abgeleitet hat. (150 Toisen für 1° C.)

Jedenfalls ist die Abnahme der Quellentemperatur langsamer als jene der mittleren Jahrestemperatur, welche in den Alpen 540 P. F. (90 Toisen) für 1° C. beträgt. Die Quellen in den Alpen sind im Allgemeinen im gleichen Niveau wärmer als die mittlere Lufttemperatur; der Unterschied zwischen Luft- und Quellenwärme wächst mit der Höhe.

Noch ist zu bemerken, dass die Abnahme der Quellentemperatur in grösseren Höhen, besonders bei Quellen von 3° bis 1° C., langsamer zu werden scheint als im Mittel und als in den tieferen Theilen des Gebirges, obgleich eine vermehrte Anzahl von Beobachtungen nöthig sein wird, besonders um die Höhendifferenz, welche hier einer Temperaturveränderung von 1° C. entspricht, sicherer zu bestimmen. Es würde dieses der Annahme entgegen sein, welche ich früher, wo mir weit weniger Quellen zur Vergleichung zu Gebote standen, für wahrscheinlicher hielt; ich glaubte damals, dass die Abnahme der Temperatur bei den höchsten Quellen rascher würde, wofür mir auch die Analogie mit der Verminderung der mittleren Lufttemperatur zu sprechen schien, welche in grösseren Höhen rascher vor sich geht als an den tieferen Stationen.

Bemerkenswerth ist die langsame Abnahme der Quellentemperatur in den Alpen, wenn man sie mit der raschen Zunahme der Wärme gegen das Innere der Erde vergleicht. Für die letztere nimmt ALEXANDER VON HUMBOLDT[1] als die wahrscheinlichste Zahl 92 Par. Fuss bei einer Erhöhung der Erdtemperatur um 1° C. an; so dass sich die Zunahme der Wärme nach der Tiefe zur Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe ungefähr verhalten würde, wie 1 : 7,8.

Bei Vergleichung der Quellentemperatur in verschiedenen Gruppen der Alpen bemerkt man eine Zunahme derselben in den südlichen Theilen; jedoch dieser Einfluss allein würde nicht genügen, um die Verschiedenheiten in der Höhe der Isogeothermen zu erklären, welche man oft in nur wenig entfernten Alpengruppen findet. Diese Unterschiede weisen im Gegentheil auf den constanten Zusammenhang hin, welcher zwischen der Wärme des Bodens auf der einen und zwischen der Gestaltung und der mittleren Erhebung der Bergketten auf der anderen Seite besteht. Die Temperatur des Bodens ist bei gleicher Höhe nicht dieselbe in dem ganzen Alpenzuge; die isothermen Flächen, welche die Punkte gleicher mittleren Quellenwärme verbinden, erheben sich im Gegentheile, abgesehen von dem Einfluss der geographischen Breite, im allgemeinen um so mehr über das Niveau des Meeres, je bedeutender die mittlere Erhebung des Bodens ist. Diese Erschei-

1) Kosmos I. S. 181 und 426.

nung ist analog den grossen Differenzen der Temperatur und des Climas, welche im allgemeinen zwischen den freien Rändern eines Plateau's und zwischen seinen centralen Theilen bei gleicher Höhe bestehen, ein Unterschied, dessen Kenntniss man zuerst ALEX. VON HUMBOLDT's Beobachtungen in Amerika verdankt. Die Krümmung der Isogeothermen in den verschiedenen Alpengruppen schliesst sich an die allgemeinen Gesetze der Vertheilung der Wärme in einem festen Körper von wechselnder Dicke an, mit welchem man das Relief der Alpen vergleichen könnte. Die centralen Gruppen, welche mehr zusammenhängende Massen bilden und eine sehr bedeutende und gleichmässige Erhebung nicht nur der Kämme und Gipfel sondern auch der Thalsohlen zeigen, erwärmen sich weit mehr unter dem Einflusse der Insolation; zugleich verlieren sie auch die empfangene Wärme weniger leicht durch Strahlung oder durch Contact mit kalten Luft- und Wolkenmassen, als isolirte Berge.

Auch jener Theil der Erdwärme, der vielleicht aus dem Inneren noch bis zu den Schichten empordringt, in denen die Quellen entstehen, muss in Gebirgstheilen von grosser Massenerhebung besser zugeleitet werden.

Um Wiederholungen zu vermeiden, muss ich hier auf die vierte Abtheilung dieses Buches verweisen; es ist dort der Einfluss, welchen die Bodengestaltung und die mittlere Erhebung der verschiedenen Alpengruppen auf die climatischen Verhältnisse im allgemeinen und auf die Vertheilung der Vegetation ausüben, näher entwickelt.

Bei Vergleichung der Bodentemperatur in Alpengruppen von verschiedener mittlerer Höhe müssen auch alle anderen Umstände sorgfältig berücksichtiget werden, welche auf das Clima überhaupt und auf die Wärme der Quellen insbesondere von Einfluss sind. Unter diesen erwähne ich zum Beispiel die allgemeine Richtung und Exposition der Gebirgszüge, die Weite der Thäler und die davon abhängige directe Besonnung der Thalsohlen etc. Auch die Richtung des Schichtenfalles wirkt bisweilen in ähnlicher Weise störend ein, da die Quellen vorzugsweise in der Richtung der Schichtflächen sich sammeln und auf jener Seite zu Tage kommen, wo die Schichten*enden* sich befinden, während die entgegengesetzten, von den Schichten*köpfen* gebildeten Abhänge oft sehr wasserarm sind.[1]

Dadurch kann es geschehen, dass in einer Gebirgsgruppe die Quellen vorzüglich auf der besonnten Seite der Berge sich befinden, während in der *anderen* sich hauptsächlich nur Quellen an weniger besonnten Abhängen oder in schattigen Thal*schluchten* zur Vergleichung darbieten; es können so in einzelnen Fällen manche Anomalien entstehen, besonders wenn die Beobachtungen nicht auf einem grösseren Flächenraume vertheilt sind.

Der Einfluss der verschiedenen Massenerhebung auf die Bodenwärme zeigt sich besonders deutlich, wenn man, wie ich in meiner früheren Abhandlung zu thun ver-

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. S. 237.

suchte, die Quellen in den Centralalpen von Tyrol und Kärnthen[1] mit jenen in den Kalkalpen vergleicht, welche nur etwa ½ Grad nördlicher liegen, aber bedeutend niedriger sind.

Ein schönes Beispiel für die Abhängigkeit der Quellentemperatur von der Höhe und der Gestaltung der Gebirge und für die rasche Erkältung derselben an freien Gipfeln bieten die Beobachtungen in der Auvergne.

Quellen in den vulkanischen Gebirgen der Auvergne.

Nr.	Quellen.	Höhe.	Temperat.	Erhebung für 1° C. verglichen mit	
		Par. Fuss.	Cels.	1. Royat.	7. Dogne.
1.	Royat.	1533	10,6	—	478
2.	Fontanas.	2426	8,2	372	526
3.	La Font de l'Arbre.	2478	8,1	378	526
4.	Murat-la-Quayre.	3140	7,9	595	415
5.	Bains du Mont-Dore.	3255	6,5	420	544
6.	Fuss des Capucin.	3300	6,9	478	479
7.	Dogne und Dore.	5215	2,9	478	—
	Bains du Mont-Dore verglichen mit Font de l'Arbre.			486	
	Fuss des Capucin verglichen mit Font de l'Arbre.			685	
				Mittel 490 P. Fuss.	

Die Vergleichungen in der vorhergehenden Tabelle scheinen zu zeigen, dass die Abnahme der Quellentemperatur in diesen schmalen und verhältnissmässig niedrigen Bergketten[2], deren höchste Gipfel 4544 P. F. (Puy de Dôme) und 5834′ (Puy de Sancy) erreichen, weit rascher vor sich geht als in den Alpen.

1) Ich habe nicht gewagt, aus den früher mitgetheilten Beobachtungen in der Tauernkette der östlichen Centralalpen, ebenso bestimmte Zahlen für die Höhe einzelner Isogeothermen abzuleiten, wie ich es für die Centralalpen von Wallis und Savoien und für die nördliche Nebenzone der Alpen in der Tabelle S. 220 zu thun versuchte. Da die Beobachtungen in den Tauern nur auf einen verhältnissmässig kleinen Flächenraum vertheilt sind, so kann man bei den vielfachen Veränderungen, welche die Temperatur der Quellen durch die Exposition der Abhänge, die physikalischen Eigenschaften des Bodens und die Ursprungsverhältnisse der Quellen u. s. w. erfährt, nicht erwarten, Mittel zu erhalten, in welchen sich diese verschiedenen Einflüsse ungefähr das Gleichgewicht halten würden.

2) Vergl. die Temperatur der Quellen in Thüringen in Abth. IV. Dort sind auch einige Beobachtungen über die monatlichen Veränderungen der Quellenwärme (in Berlin, Kremsmünster und Aosta) zusammengestellt.

CAP. VII.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DER VEGETATIONSVERHÄLTNISSE OBERHALB DER SCHNEELINIE.

Die folgende Liste enthält eine Zusammenstellung der Arten von Phanerogamen und von Moosen und Flechten, welche wir im Jahre 1851 in den westlichen Alpen an einzelnen Punkten noch weit über der mittleren Schneegrenze auffanden. Diese Beobachtungen schliessen sich an die Bemerkungen an, welche ich in unseren früheren Untersuchungen (Cap. XXI S. 584—596) über die Vegetationsverhältnisse der subnivalen und nivalen Region, zwischen 7000 und 12000', für die östlichen Alpen mitgetheilt habe.

Die sorgfältige Bestimmung der gesammelten Pflanzen verdanke ich Herrn Prof. Alex. Braun in Berlin für die Moose und Flechten, und Herrn Prof. Karl Koch in Berlin für die Phanerogamen. Es sei mir gestattet diesen beiden Herren meinen verbindlichsten Dank hier auszudrücken.

Ich muss noch bemerken, dass die Aufzählung der Pflanzen für die Umgebungen der Vincenthütte ebenso wie für die übrigen einzelnen Standpunkte nicht auf absolute Vollständigkeit Anspruch machen kann. In den Felsenritzen und an den steilen Wänden entgeht leicht eine Pflanze der Beobachtung; auch erlaubten uns unsere übrigen Beschäftigungen nur verhältnissmässig wenige Zeit auf das Sammeln der Pflanzen zu verwenden. Die Vergleichung der verschiedenen Standpunkte lässt jedoch mit ziemlicher Sicherheit die Summe der characteristischen Arten erkennen.

In den Umgebungen des Monte-Rosa reichen die Phanerogamen vorzugsweise zu sehr grossen Höhen hinauf; ihr Gedeihen wird durch die grosse absolute Erhebung dieser Gebirgsgruppe und durch die südliche Lage derselben begünstiget. Man trifft hier noch ziemlich allgemein vereinzelte phanerogamische Pflanzen bei 11000 Fuss, während im Maximum eine dieser Pflanzen (Cherleria sedoides) noch bei 11770 P. F. gefunden wurde. In den Centralalpen von Tyrol und im Berner Oberlande treten einzelne Phanerogamen noch zwischen 10000 und 10500 F. auf. In der nördlichen Nebenzone der Alpen, in der Schweiz, in Südbayern und in Oesterreich, sind die Berge meistens nicht hoch genug, um eine sichere Bestimmung der äussersten

Phanerogamengrenze zuzulassen. Jedenfalls können dort phanerogamische Pflanzen noch bei 9000 P. F. und wohl etwas darüber gedeihen. In folgender Zusammenstellung sind die Pflanzen angegeben, welche wir an verschiedenen hohen Punkten gefunden haben.

Zugspitze

in den bayerischen Kalkalpen, 2954 Met. 9094 P. F. Auf hellem oberen Alpenkalke.

Die Phanerogamen fanden sich etwas unterhalb des Gipfels zwischen 9000 und 8900 P. F. Die Moose sind von der obersten Felsenkuppe selbst.

Phanerogamen.

Chrysanthemum alpinum L.
Draba tomentosa WAHLENB.
Saxifraga stenopetala GAUD.
Saxifraga androsacea L. var. pygmaea.

Moose.

Andraea rupestris HEDW.
Barbula tortuosa VILL.
Didymodon capillaceus SCHRADER.
Didymodon flexicaulis? steril.
Hypnum julaceum SCHW.
Hypnum uncinatum.

Flechten waren auf dem höchsten Gipfel selbst ungemein wenig entwickelt. Es fanden sich nur einige nicht näher bestimmbare Anflüge einer Lecidea und einer Verrucaria.

Umgebungen der Vincenthütte,

auf der südlichen Abdachung des Monte-Rosa in Piemont; zwischen 9500 und 9800 Par. Fuss. Auf Gneiss.

Phanerogamen.

Dicotylen.

Achillea hybrida GAUD.
Androsace glacialis HOPPE.
Artemisia mutellina VILL.
Artemisia spicata WULF.
Aster alpinus L.
Cardamine alpina WILLD.
Cerastium latifolium L.
Cherleria sedoides L.
Chrysanthemum alpinum L.
Erigeron uniflorus L.
Eritrichium nanum SCHRD.
Gentiana imbricata FROEL.
Gentiana verna L.
Hutschinsia petraea R. BR.

Cryptogamen.

Moose.

Bartramia ithyphylla SCHWAEGR.
Bryum turbinatum HEDW.
Didymodon capillaceus SCHRAD.
Grimmia obtusa SCHWAEGR.
Gymnomitrium concinnatum CORDA.
Gymnostomum rupestre SCHWAEGR.
Hypnum julaceum SCHW. (Isothecium moniliforme HÜB.)
Polytrichum septentrionale SWARZ. (P. sexangulare FLÖRKE.)
Trichostomum latifolium SCHWAEGR. (Desmatodon latifolius BRID.)
Weisia crispula HEDW.

(Umgebungen der Vincenthütte. Fortsetzung.)

Dicotylen.

Linaria alpina Mill.
Oxyria digyna Campd.
Potentilla alpestris Hall. Fil.
Primula Dinyana Lagg.
Phyteuma pauciflorum L.
Ranunculus glacialis L.
Salix herbacea L.
Salix reticulata L.
Saxifraga aïzoides L.
Saxifraga bryoides L.
Saxifraga biflora All.
Saxifraga exarata Vill.
Saxifraga muscoides Wulf.
Saxifraga oppositifolia L.
Saxifraga retusa Gouan.
Saxifraga stellaris L.
Senecio uniflorus All.
Silene acaulis L.
Thlaspi cepeaefolium Koch.
Thlaspi corymbosum Gaud.
Thlaspi rotundifolium Gaud.
Veronica alpina L.

Monocotylen.

Agrostis rupestris All.
Avena subspicata Clairv.
Carex nigra All.
Elyna spicata Schrad.
Festuca Halleri All.
Festuca ovina L. γ violacea Gaud.
Koeleria hirsuta Gaud.
Luzula spicata DC.
Poa alpina L.
Poa laxa Haenke.
Poa minor Gaud.

Flechten.

Cetraria cucullata Bell.
Cetraria islandica Ach.
Cetraria nivalis L.
Cladonia gracilis L.
Cornicularia ochroleuca Ach.
Lecidea conglomerata Ach.
Lecidea geographica L.
Lecidea pulchella Schaer.
Lepra incana Wahl.
Parmelia ceratophylla var. multipuncta Schaer.
Parmelia fahlunensis α vulgaris Schaer.
Parmelia fahlunensis δ lanata Schaer.
Parmelia saxatilis Ach.
Peltigera canina Schaer. var. minor.
Solorina crocea Ach.
Stereocaulon alpinum Laur.
Thamnalia vermicularis Schaer.
Umbilicaria polymorpha α cylindrica Schaer.
Umbilicaria polymorpha ε mesenteriformis Schaer.

Umgebungen des Monte-Rosa.

St. Theodul-Pass oder Matterjoch. 3353 Met. 10322 P. F.

Phanerogamen.

Androsace glacialis HOPPE.
Eritrichium nanum SCHRAD.
Gentiana verna L.
Linaria alpina MILL.
Ranunculus glacialis L.
Salix herbacea L.
Saxifraga oppositifolia L.
Thlaspi cepeaefolium KOCH.

Die Nase; ein Felsenkamm, welcher aus dem Lysgletscher hervorragt.

A. Zweiter Gipfel 3570 M. 10990 P. F.

Cherleria sedoides L.
Chrysanthemum alpinum L.
Erigeron uniflorus L.
Eritrichium nanum SCHRAD.
Juniperus nana WILLD. Ein einzelner Strauch; der höchste Stand, an welchem diese Pflanze in den Umgebungen des Monte-Rosa beobachtet wurde.
Primula Dinyana LAGG.
Ranunculus glacialis L.
Saxifraga bryoides L.
Saxifraga oppositifolia L.
Senecio uniflorus ALL.

Poa laxa HAENKE.

Didymodon capillaceus SCHRAD.
Jungermannia.
Polytrichum alpinum L.
Racomitrium lanuginosum BRID.
Weisia crispula HEDW.

Berner Alpen.

Gaulipass; zwischen dem Gauligletscher und dem Unteraargletscher. 3274 Met. 10080 P. F.

Androsace glacialis HOPPE.
Chrysanthemum alpinum L.
Gentiana imbricata FROEL.
Potentilla grandiflora L.
Ranunculus glacialis L.
Saxifraga bryoides L.
Saxifraga oppositifolia L.
Silene acaulis L.

Poa laxa HAENKE.

Barbula (Syntrichia) ruralis HEDW.
Bryum (Ludwigii? SPRENG.)
Jungermannia.
Polytrichum septentrionale SWARZ. (P. sexangulare FLÖRKE.)
Racomitrium (fasciculare? BRID.)

Lecidea geographica L.
Umbilicaria polyphylla β flocculosa SCHAER.

(Umgebungen des Monte-Rosa. Fortsetzung.)

B. Nase, erster Gipfel. 3630 Met. 11176 P. F.

Cherleria sedoides L.
Chrysanthemum alpinum L.
Ranunculus glacialis L.
Saxifraga bryoides L.
Silene acaulis L. β. exscapa All.

Poa laxa Haenke.

Didymodon capillaceus Schrad.
Weisia crispula Hedw.
Weisia crisp. Hedw. var. atrata.

Lecanora flava β chlorophana Schaer.
Lecanora muralis Schaer. var.?
Lecidea conglomerata Ach.
Lecidea geographica L.
Parmelia stygia var. lanata Meyer. (Cornicularia lanata Ach.)
Solorina crocea Ach.
Stereocaulon condensatum Hoffm.
Umbilicaria anthracina Schaer.
Umbilicaria vellea γ spadochroa Schaer.

Weissthor, Pass über den Hauptkamm des Monte-Rosa. 3618 Met. 11138 P. F.

Chysanthemum alpinum L.
Eritrichium nanum Schrad.
Gentiana imbricata Froel.
Ranunculus glacialis L.
Saxifraga muscoides Wulf. α compacta. (S. acaulis Gaud.)
Saxifraga muscoides Wulf. ε moschata (S. moschata Wulf.)
Senecio uniflorus All.

Poa alpina L.

(Berner Alpen. Fortsetzung.)

Felsen auf der südwestlichen Abdachung des Finsteraarhornes, gegen den rechten Zufluss des Vieschergletschers. 3350 Met. 10313 P. F.

Chrysanthemum alpinum L.
Draba frigida Saut.
Linaria alpina Mill.
Saxifraga bryoides L.
Saxifraga muscoides Wulf. α compacta.
Silene acaulis L.

Poa laxa Haenke.

Didymodon capillaceus Schrad.
Hypnum cypressiforme L.

Cladonia neglecta Flörke.
Lecidea geographica L.
Lepra incana Wahl.
Parmelia elegans Ach.
Parmelia fahlunensis var. lanata Schaer.

(Umgebungen des Monte-Rosa. Fortsetzung.)

Poa laxa HAENKE.

Racomitrium

Lecidea geographica L.
Parmelia fahlunensis var. lanata SCHAER.
Umbilicaria polymorpha var.

Firninsel am Westabhange des Monte-Rosa, gegen den Gornergletscher. 3723 Met. 11462 P. F.

Cherleria sedoides L.

Lecidea conglomerata ACH.
Lecidea geographica L.

Es war hier die letzte Spur phanerogamischer Pflanzen, welche wir auf der nordwestlichen Seite des Monte-Rosa beobachteten.

Felsen auf der südlichen Abdachung der Vincentpyramide. 3823,5 Met. 11770 P. F.

Cherleria sedoides L.

In einigen kleinen Exemplaren. Es ist dieses der höchste Standpunkt phanerogamischer Pflanzen, welcher bis jetzt in den Alpen beobachtet wurde.

Andraea rupestris HEDW.
Grimmia
Stereocaulon
Weisia crispula HEDW.

Lecidea armeniaca SCHAER.
Lecidea conglomerata ACH.
Lecidea geographica L.
Umbilicaria vellea α hirsuta SCHAER.
Umbilicaria polyphylla α glabra SCHAER.

(Berner Alpen. Fortsetzung.)

Gipfel des Ewigschneehornes, neben dem Gaulipasse. 3400,5 Met. 10468 P. F.

Androsace imbricata Lam.

Poa laxa HAENKE.

Didymodon capillaceus SCHRAD.
Grimmia (uncinata? KAULF.)

Lecidea geographica L.
Lecidea confervoides SCHAER.
Parmelia elegans ACH.
Umbilicaria polymorpha β deusta SCHAER.

(Umgebungen des Monte-Rosa. Fortsetzung.)

Gipfel des Monte-Rosa.

4640 Met. 14284 P. F.

Lecidea conglomerata ACH., in kümmerlichen Anfängen.

Lecidea geographica L.

" " var. α contigna SCHAER.

" " var. β atrovirens SCHAER.

Spuren einer Parmelia und einer Umbilicaria, die nicht näher bestimmbar waren.

Gipfel des Mont-Blanc[1].

4810 Met. 14809 P. F.

Lecidea confluens ACH.

Parmelia polytropa SCHAER.

(Berner Alpen. Fortsetzung.)

Gipfel der Jungfrau[1].

4167 Met. 12828 P. F., nach ESCHMANN.

Lecidea conglomerata ACH.

Lecidea confluens var. steriza ACH.

Parmelia elegans α miniata SCHAER.

Umbilicaria atro-pruinosa γ reticulata SCHAER.

Umbilicaria Virginis SCHAER.

1) Bestimmt von SCHAERER, nach den von SAUSSURE am Mont-Blanc und von AGASSIZ auf der Jungfrau gesammelten Exemplaren. Linnaea 1842 Bd. XVI. S. 66.

CAP. VIII.

BERICHT ÜBER DIE MIKROSKOPISCHEN ORGANISMEN AUF DEN HÖCHSTEN GIPFELN DER EUROPÄISCHEN CENTRAL-ALPEN, UND ÜBER DAS KLEINSTE LEBEN DER BAYERISCHEN KALK-ALPEN.

Von Professor Dr. Ehrenberg.

(Abgedruckt aus den Monatsberichten der Akademie der Wissenschaften zu Berlin; Mai 1853.)

I. Das organische kleinste Leben über dem ewigen Schnee der höchsten Central-Alpen.

Durch die Naturforschung war bisher das Resultat hervorgetreten, dass in den oberen Eisregionen der Alpen, wie in der obern freien Atmosphäre und im Eise der Polarländer, alles organische Leben seine entschiedene Grenze habe. Die Grenze der menschlichen Wohnungen, der Laubhölzer, der Nadelhölzer, dann der Gesträuche und aller phanerogamischen Pflanzen, der grössern und kleineren Thiere ist mannigfach ermittelt und sorgsam festgestellt worden. Alexander v. Humboldt's überall wachsames Auge hat im äquatorialen Amerika zuerst den Condor noch über dem Chimborazo in 21835 P. Fuss Höhe messbar schweben gesehen und ebenda auch in 17100 Fuss Höhe, also 2300 Fuss höher als der Montblanc, noch Schmetterlinge und andere geflügelte Insecten im gewöhnlichen Sehen beobachtet. Mit kümmerlichem und deutlich verkümmertem Flechten-Anfluge hat man auf den höchsten Gipfeln der Alpenhörner die nackten Felsen, welche wegen schroffer Gestaltung

---

Bemerkung. Herr Professor Ehrenberg hatte die Güte uns zu gestatten, seine sorgfältigen und für die physikalische Geographie so interessanten Untersuchungen über die mikroskopischen Organismen in den Proben von Erden, Flechten und Moosen, welche wir auf verschiedenen hoch gelegenen Punkten der Alpen zu sammeln Gelegenheit hatten, in unser Werk aufzunehmen. Es ist unsere angenehmste Pflicht, ihm für seine gütige Erlaubniss unseren lebhaftesten Dank hier zu wiederholen. Die in Tabelle II zusammengestellten Untersuchungen wurden von Herrn Prof. Ehrenberg noch neuerdings hinzugefügt.

keinen Schnee und kein Eis tragen können, aber weit über die ewige Schneegrenze hinausragen, noch behaftet gesehen und dergleichen Beobachtungen sind ganz neuerlich durch die fleissigen und sorgsam beobachtenden Gebrüder Herren Doctoren SCHLAGINTWEIT mit grösserem Detail als früher auf den Central-Alpen wohl befestigt worden. Aus all diesen Beobachtungen ist immer noch einstimmig das Resultat hervorgegangen, dass das organische Leben nach den Polen und nach den von der Erdoberfläche ausstrahlenden Endspitzen der Hochalpen aller Länder hin allmälig zurücktrete und in allen seinen, zuerst in den grösseren, dann auch in den kleineren Formen verkümmere, zuletzt ganz verschwinde. Auch die unter dem Aequator, wo die Schneegrenze sich über 16000 Fuss über das Meer erhebt, in 17100 Fuss Höhe von ALEXANDER VON HUMBOLDT beobachteten Lebensformen waren dort sammt dem noch höheren Condor unter Ausnahmsverhältnissen. „Von senkrechten Luftströmen getrieben, heisst es, verirren sich jene Schmetterlinge dahin, wohin unruhige Forschgier des Menschen sorgsame Schritte leitet und sie beweisen, dass die biegsame animalische Schöpfung ausdauert, wo die vegetabilische längst ihre Grenze erreicht hat.“

Meine fortgesetzten Untersuchungen geben mir Gelegenheit, auf eine bisher unbekannte ansehnliche Reihe von Lebensverhältnissen aufmerksam zu machen und dieselbe als fortdauernde Erscheinung zu bezeichnen, welche dem organisch-thierischen Leben einen noch weiteren Horizont giebt.

Wo der Mensch nicht mehr der rauhen Natur widersteht, vermögen noch gewisse Nadelholz-Arten, sogar gewisse niedere Palmen in den Aequatorial-Alpen, üppig und ausschliesslich zu gedeihen, welche nie gedeihlich tiefer oder in wärmerem Klima leben. Wo kein Nadelholz mehr gedeiht, leben noch Rhododendrum, Vaccinium und Salix-Arten auf unsern Alpen mit Lust und Ueppigkeit. Bisher hat man immer mit Vorliebe die höchsten und den Polen nächsten Standorte solcher Lebensformen beachtet, die mit uns gleiche Lebensbedingungen haben und die uns erfreuen und nutzbar sind. Das allmälige Verkümmern und kümmerliche Bestehen solcher Formen als Krüppel und Zwerge hat den Eindruck verstärkt und befestigt, dass das Leben überhaupt jene Grenzen habe. Man hat bewundert, dass Silene acaulis mit 9 bis 10 Arten anderer Phanerogamen in Höhen über 10000 Fuss in der Schweiz noch gesehen werde; unter dem Aequator steigt Cactus Opuntia Ovallei (vergl. HUMBOLDT Ansichten der Natur 1849, II. 177) bis auf 12820 Fuss Höhe krüppelhaft auf. Dr. ADOLPH und HERMANN SCHLAGINTWEIT sagen S. 593 ihres Werkes über die europäischen Central-Alpen 1850 aus eigener Erfahrung: „Die Menge der Arten und Varietäten (von Flechten), bis jetzt zwischen 40 und 45 Arten, welche sich in den Alpen noch von der äussersten Phanerogamen-Grenze bis zu 14809 P. Fuss finden, ist nicht unbedeutend. Jedoch ist diese Vegetation nur auf sehr wenige hervorragende Felsen beschränkt und rings von ausgedehnten Schneemassen umgeben. Die einzelnen Individuen sind gewöhnlich sehr klein, nur kümmerlich

entwickelt und schwer zu bestimmen." Die von den Herren SCHLAGINTWEIT gesammelten Flechten der höchsten Alpenfelsen nennt der Algolog Herr VON FLOTOW in Schlesien „meist sehr unvollkommen entwickelt und schwer zu bestimmen." Das Bestimmbare ist mit höchst lobenswerthem Fleisse von den Herren SCHLAGINTWEIT in Uebersicht gebracht worden.

Ueber das reiche und kräftige Leben im Südpol-Eise habe ich bereits 1844 durch die von Capt. ROSS und HOOKER mitgebrachten Materialien berichtet. In meinen Mittheilungen über den Passatstaub fand ich mich schon 1847 veranlasst auszusprechen, dass es deutliche Verhältnisse eines sich fortentwickelnden Lebens in der obern Atmosphäre gebe, die jedenfalls, da der Staub auf hohe Alpen niederfällt, zu einer höheren Erhebung gehören mögen. Im Februar 1849 habe ich dann von einem mikroskopischen atmosphärisch getragenen Leben in den Gebirgen der Schweiz speciellere Nachricht gegeben und im November 1849, wo ich von einer Erholungsreise in das Berner Oberland zurückgekehrt war, habe ich Mittheilungen über das die Gletscher durchdringende mikroskopische Leben gemacht. Nicht nur wie im Bernstein seien im Gletscher-Eise todte Lebensformen eingeschlossen, sondern ein lebendiges thätiges Leben wirke in den Gletschern erkennbar fort. Es wurden damals von mir 51 mikroskopische Formen der Gletscher-Verhältnisse namentlich verzeichnet.

So ist denn das Leben schon seit einer Reihe von Jahren mehr und mehr in Verhältnissen hervorgetreten, welche dem starren Eise, dem ewigen Alpenschnee, der kalten oberen Atmosphäre und den Polargegenden Trotz bieten. Viele der uns bekannteren und befreundeten Formen sterben in jenen extremen Verhältnissen allerdings aus, gewisse Lebensformen aber gedeihen erst und allein in solchen Oertlichkeiten und eine Anzahl befindet sich darin nicht schlechter als in der gemässigten Zone, da ihre Gestalten keineswegs verkümmert erscheinen, vielmehr wohlhäbig und kräftig in ihrem Kreise auftreten.

Durch die Herren SCHLAGINTWEIT habe ich vor mehr als Jahresfrist eine grosse Reihe von Erdproben, Flechten, Moosen und verkümmerten Anflügen derselben von den höchsten Spitzen der europäischen Central-Alpen erhalten und zwar vom Gross-Glockner und dem Pasterzen-Gletscher der norischen Alpen 6, die bis zu 12158 Par. Fuss Höhe reichen, aus den Berner Alpen von 10468 Fuss Höhe 3 Proben, aus der Monte-Rosa-Gruppe der Penninischen Alpen 20 Proben, meist aus 11770 Fuss, drei aus 14284 Fuss Höhe, letztere vom Monte-Rosa selbst. Die Proben vom Gebiete des Gross-Glockner sind im Jahre 1848 gesammelt worden, die zahlreicheren vom Monte-Rosa 1851 und bei letzteren ist auf besondere von mir ausgesprochene Wünsche wegen der Substanzen und deren Aufbewahrung Rücksicht genommen worden.

Aus diesen Materialien haben sich allmählig 97 bis 98 Species organischer Verhältnisse entwickeln lassen, 46 Polygastern, 29 Phytolitharien, 5 bis 6 Arten von

Bärenthierchen, 4 Räderthierchen, sammt beider Eiern, 2 Anguillulae, 9 weiche Pflanzentheile und 2 Crystallformen im unorganischen Sande[1]. Die Materialien sind folgende.

---

1) Die 1849 vom Herrn Professor Perty in Bern publicirten Angaben über das kleine Leben der Schweiz, welche am ausführlichsten in einem besonderen als System auftretenden Kupferwerk mit vielen colorirten Abbildungen 1852 erläutert sind, betreffen überall die weniger als 10000 Fuss erhabenen Verhältnisse und lassen sich mit meinen Beobachtungen und Benennungen der Formen leider nicht vereinigen. Der Verfasser hat sich begnügt einzelne Beobachtungen in überwältigend grosser Zahl aufzuzeichnen. Das oft mangelnde im organischen Bau hält er nicht für Mangel seiner Beobachtung, sondern für Mangel an Organisation selbst. Da bei meinen Versuchen, das mikroskopische Leben in allen seinen Verhältnissen in Uebersicht zu bringen, ein so grosses umfangreiches Kupferwerk unberücksichtigt zu lassen mir zum Vorwurf gereichen würde, so sehe ich mich gezwungen, die Gründe kurz vorzulegen, warum ich genöthigt bin, jede Rücksicht darauf abzulehnen und warum ich besonders die vielen darin gegebenen neuen Namen völlig bei Seite liegen lassen muss. Prof. Perty hat, seiner Angabe von 1849 und 1852 nach, in den höchsten Alpengegenden der Schweiz bis zu 9000 Fuss Höhe, 12 Räderthiere und 38 Polygastern verzeichnet, überdies Anguillulas und 1 Bärenthierchen genannt, zusammen 52 Formen, darunter sind 15 kieselschalige Polygastern.

Meine vor 15 Jahren publicirten Beobachtungen, welche noch heut die Basis meiner Zusammenstellung in ganz gleicher Weise bilden, haben auch ihm zwar überall, jedoch zu einem meist verwerflichen Maassstabe gedient und besonders haben meine beobachtungsmässigen Grund-Ansichten vom Bau des kleinen Lebens ihm gar keine Geltung. Meine Abbildungen, welche die Function der Ernährungsorgane, hie und da auch der Muskeln u. s. w. treu darstellen, geben nach Hrn. Perty bloss „für den Nichtkenner ein buntes und prächtiges Ansehen, sind aber in der That eine Entstellung der Natur, welche zu falschen Vorstellungen und Begriffen führt" p. 16. Meine Ansichten über Verbreitung und mögliches Hinzukommen neuer Arten gelten ihm, der überall neue Arten zahlreich sieht, nur für die Mark Brandenburg p. 19. Des verstorbenen Dr. Werneck's unübertroffene Arbeiten, deren musterhafte Zeichnungen die Akademie angekauft hat, erklärt er, ohne sie zu kennen, verwerfend für eine unselbstständige Nachahmung meiner Zeichnungen, p. 94. Prof. Perty sagt p. 2, meinen Angaben von einer allseitigen Verbreitung lebendiger Organismen durch die Passatströmungen ständen die Beobachtungen Cohn's in Breslau entgegen, welcher „angeblich exotische Bacillarien in Dach- und Moos-Erde um Breslau fand." Diese Darstellung ist ebenfalls abweichend von der Wahrheit, denn Prof. Goeppert und Dr. Cohn haben in den Monatsberichten der Akademie 1850 p. 58 ausdrücklich erklärt, dass sie meine Untersuchung des Luftstaubes (nicht des Passatstaubes) „wiederholt und die wichtigen Ergebnisse in Bezug auf das Vorkommen von Räderthierchen, Wasserälchen, Xenomorphiden, Arcellinen, panzerlosen Infusorien und Bacillarien in allen Erden der Dächer und Mauern haben bestätigen können." Auch die Fähigkeit des Wiederauflebens der Callidinae und Anguillulae „konnte vollständig bestätigt werden." Ebenda p. 59. — Prof. Perty behauptet (p. 21) dass die Räderthiere der Höhen verkümmern und der Augen entbehren. Seine Benennungen von Rotifer- und Philodina-Arten aus den höheren Alpen gehören daher wohl sämmtlich diesen generibus nicht an. Es hätte ihm auffallen sollen, dass die augenlosen Rotiferen der Alpen mehr Zähne haben, als die wirklich augenführenden, daher wohl nicht verkümmert sind. Es sind Callidinae. Natürlich werden auch die Augen der Polygastern mit den rothen Zellpünktchen der Algen-Samen für einerlei gehalten, p. 117. Die Magenzellen und Darm-Oeffnungen der Polygastern werden als solche geläugnet, p. 58, 59. Die oft wichtige Charactere abgebenden Rippen-Streifungen der Bacillarien werden mit den feinen Liniirungen mancher glatten Naviculae u. s. w., bei sehr starken Vergrösserungen, für völlig gleich erklärt, wodurch denn solche Systematik eine wesentliche Stütze und Schärfe der Unterscheidung verliert, p. 117. Nach p. 62 unterscheidet er eine Monas astasioides und curvata, die aber nach ihm doch zu Monas Lens gehören. Warum wohl die neuen Namen? Die mutterlose Erzeugung der Pilze und Thiere wird, einiger rascher Beobachtungen

1. Höchste Spitze des Gross-Glockner. A. 29. Aug. 1848. Es sind 2 kleine Rasen von Stereocaulon denudatum var. pulvinatum mit Trichothecium roseum nach FLOTOW's Bestimmung. Ein Theil in reinem Wasser aufgeweicht, gab im Uhrglase gedrückt eine Trübung, aus der in 10 Analysen 13 Formen, 4 Polygastern, 5 Phytolitharien, ein Fragment eines Echiniscus, eine neue Callidina, Fichtenpollen und Glimmer hervortreten. Zahlreich ist Stichostaura? Fragilaria in langen, bis 39gliedrige Ketten und grünem Inhalte. Auch Gallionella ist kettenförmig mit grünem Inhalte. Die Philodina in 2 starken Exemplaren.

2. Höchste Spitze des Gross-Glockner. B. Chloritschiefer-Platten mit

---

halber, ohne scharfe Begründung angenommen, p. 114, 115. Da ich Missbildungen und Verstümmlungen 1838 scharf aus einander gehalten wissen wollte, so tadelt er p. 130 sehr, dass ich keine Missbildungen bei den Infusorien anerkenne. Gerade im Gegentheil habe ich aber damals p. 343, 401, 484 u. s. w. des grösseren Werkes, sowohl bei Räderthieren, Stephanoceros und Rotifer, als auch bei Polygastern, Trachelocerca biceps, dergleichen critisirend besprochen und abgebildet. S. 128 sagt er, die Substanz der Wirbelthierchen verhalte sich wie Federharz und die mangelhafte Organisation ist ihm gar kein Anstoss, weil „die unbewusste Natur-Psyche diese Thiere leite, p. 115, und weil ein geschickter Künstler mit einfachem Werkzeug seinen Producten doch Zweckmässigkeit und Sinnigkeit gebe", p. 117. Dergleichen Reflexionen und Speculationen sind, wie es scheint, das Haupt-Hinderniss des Beobachters gewesen. Sie haben ihm genügt und freilich die Beobachtung sehr erleichtert. Er stellt sich die (Polygastern) Ciliaten wie zelliges Brod voller Höhlen vor, p. 52. Diese Höhlen oder Vacuolen verschmelzen ihm wie Glasbläschen oder Oeltropfen, nach jener Dujardinschen ältern Ansicht. Die Phytozoidien wechseln nach ihm zwischen dem Thier- und Pflanzenreich (es ist offenbar Bory de St. Vincents Regne Psychodiaire). Endlich spricht er p. 132 aus, es sei klar, dass der Begriff der Species bei diesen Formen (mehr noch bei den Phytozoidien d. i. Bacillarien, Closterien, Desmidiaceen) weniger energisch und weniger tief begründet sei.

Es ergiebt sich hieraus, dass der Verfasser keinen scharfen Begriff für seine Namen hat, und dass er deshalb viel Neues fand und viel neue Namen gab, weil er die vielen Dinge nicht im Einzelnen scharf genug beobachtete. Vergleicht man mit dem Texte die kostspieligen Abbildungen, so sind sie ebenfalls durchgehends in dem Mangel jeder scharfen Auffassung übereinstimmend. Die erste Figur der ersten Tafel soll ein neues Kronen-Räderthierchen Stephanoceros glacialis sein, es entbehrt aber aller organischen Details, welche den Character eines Stephanoceros bilden und kann eine Milbe gewesen sein. Die zweite und dritte sind ebenso wenig als Notommatae begründet, als die vierte als Monostyla sicher ist. Fig. 2. würde ich für eine Callidina und das Auge für die beiden Kiefer halten. Die Gattung Ascomorpha der zweiten Tafel soll ein neues Räderthier-Genus sein. Ich würde es für einen nicht hinreichend beobachteten Lynceus globularis halten können. Was die Polygastern anlangt, so knüpfe ich nur dadurch an Bekanntes an, dass das schon seit 1828, nicht von mir, sondern von TURPIN zuerst mit seinen Verbindungsröhren der Einzelthierchen, von mir aber 1838 vollständiger dargestellte, leicht wahrnehmbare Thierchen Gonium pectorale auf Tafel XI. 1852 ohne die Verbindungsröhren und, anstatt besser, wieder weniger gut in unregelmässiger Form gezeichnet worden ist. Beobachter, welche aller Geschichte und Erfahrung ungeachtet, weder feste stets gleichartig wiederkehrende Species anerkennen, noch feste Structurverhältnisse annehmen und die deshalb sehr viel neue Formen sehen und neue Namen geben, müssen schon erlauben, dass andere diese Namen, ehe man sie wiederholt und einreiht, sammt allen ähnlichen Abbildungen erst einer weitern Feststellung übergeben. Im Uebrigen waren bereits im Februar und November 1849 zahlreiche Formen aus Höhen und Alpen der Schweiz von mir verzeichnet worden, deren Namen mit den jetzigen scharf vergleichbar sind, die aber von Herrn Prof. PERTY überall unberücksichtigt geblieben. Vergl. Monatsber. d. Ak. 1848 p. 234.

Flechten-Anflug. Einige abgelöste Flechtentheilchen aus den Ritzen der fast fussgrossen Felsplatte, derselben, deren Flechten-Anflug p. 594 in SCHLAGINTWEIT's Unters. ausführlich erörtert ist, ergaben im Uhrglas unter reinem Wasser gedrückt, in nur 5 Analysen nadelkopfgrosser Theilchen, 10 Formen, 2 Polygastern, 6 Phytolitharien, Fichtenpollen und Glimmer. Stichostaura? ist auch hier als Ketten, lebenskräftig.

3. Todtenlöcher-Pass am hintersten Firngrat des Pasterzengletschers 1. Sept. 1848. 10340 F. A. Ein Moos (Weisia crispula?) auf mürbem Glimmerschiefer enthielt im Uhrglase aufgeweicht und gedrückt in 10 Analysen 20 Formen, 9 Polygastern, 5 Phytolitharien, stachlige runde Eier eines Tardigraden (Milnesium?), 2 Fichtenpollen-Arten, kleine nierenförmige Samen und 2 Crystall-Arten. Die Formen sind zwar vereinzelt aber viele erscheinen lebenskräftig.

4. Todtenlöcher-Pass am Gross-Glockner. B. Es ist eine schwarze Erde mit zersetztem Glimmerschiefer. Aus 5 nadelkopfgrossen Theilchen der abgeschlemmten feinsten Masse traten 10 Formen hervor, 6 Polygastern, 2 Phytolitharien, ein neuer Echiniscus und Glimmerblättchen. Es ist deutlich ein stationäres Leben.

5. Adlersruhe am Kamme des Gross-Glockner über der Grenze der Moose. 29. Aug. 1848. 10432 F. Ein Stückchen Chloritschiefer mit einer Parmelia, vergl. SCHLAGINTWEIT p. 596. Ein wenig von der Unterlage der Parmelia abgelöste Substanz ergab auf obige Weise behandelt 8 Formen, 1 Polygaster, 3 Phytolitharien, 1 Fichtenpollen, 1 kleiner Samen, 2 Crystalle. Sämmtliche Formen könnten dem hohen Luftstaube angehört haben.

6. Gipfel der grossen Rachern bei Heiligenblut. 10362 F. Es ist eine reichliche schwarze Erde mit feinen Moosspuren, von Wurzelfasern durchzogen und mit Parmelien überlagert. In 5 nadelkopfgrossen Mengen der feinsten Theile waren 7 Formen, 4 Polygastern, 1 Phytolitharie, 2 Crystalle. Die Arcellae waren offenbar lebensfähig und A. Globosus sehr zahlreich. — Vom Gipfel des Gross-Glockner und seinen Umgebungen sind sonach 36 Formen beobachtet, 17 Polygastern, 12 Phytolitharien, 2 Bärenthierchen, 1 Räderthierchen, Fichtenpollen, Pflanzenhaare, 2 Crystalle.

Es folgen nun die Materialien vom Berner Oberlande.

7. Gipfel des Ewigschneehorns. 10468 Par. F. I. Felsproben mit Flechten, Gyrophora, Lecidea u. a. Besonders von Gyrophora proboscidea wurden einige Thalli mit ihrer geringen Unterlage in Wasser aufgeweicht und ausgedrückt, was eine feine Wassertrübung im Uhrglase gab. Darin fanden sich in 5 Analysen 13 Formen: 3 Polygastern, 7 Phytolitharien, 1 Callidina, Fichtenpollen und Glimmer. Auch hier sind offenbar stationäre Lebensverhältnisse der kleinen Thiere.

8. Gipfel des Ewigschneehorns. 10468 F. II. Die Probe ist ein starker Moosrasen vom Felsen aus Trichostomum. Ein Theilchen davon aufgeweicht und im Uhrglase gedrückt ergab eine reichliche Trübung. Vom Absatz enthielten 10

Analysen (nadelkopfgrosser Theilchen) 19 Formen, 4 Polygastern, 10 Phytolitharien, Callidina scarlatina, Fichtenpollen, glatte Pflanzenhaare und 2 Crystalle. Es ist ein deutliches stationäres Leben.

9. Gipfel des Ewigschneehorns. 10468 F. III. Eine Mehrzahl von Exemplaren der Gyrophora sind mitgebracht. In Wasser eingeweicht und ausgedrückt, nachdem sie, wie stets, stark abgeblasen waren, ergaben diese eine leichte Trübung, in welcher bei 5 Analysen 10 Formen bemerkbar geworden, 4 Polygastern, 5 Phytolitharien, 1 Callidina scarlatina? 1 Crystall. Unläugbar ist auch hier ein in dieser Höhe einheimisches Leben. Von einer der höchsten Berner Alpen sind hier 36 Formen verzeichnet, 8 Polygastern, 12 Phytolitharien, 2 Räderthiere, Fichtenpollen, Pflanzenhaare, 2 Crystalle. Proben in Papier.

Die nun folgenden Proben gehören alle den Penninischan Alpen, der Monte-Rosa-Gruppe an.

10. Gipfel des Monte-Rosa, 14284 Par. F. I. Höchst geringer Flechten-Anflug auf einem 3zölligen Handstück des Gneissfelsens. Nachdem der Stein durch starkes Abblasen und Eintauchen in reines Wasser von möglichem Luftstaube befreit worden, wurde derselbe in anderem reinen Wasser an der Wetter-Fläche, wo der Flechten-Anflug, schwer sichtbar, befindlich, theilweise unter Wasser mit dem Finger abgerieben und eine leichte Trübung des Wassers im Uhrglase erhalten. Aus 5 Analysen dieses geringen damit aufgebrauchten Niederschlages sind 7 Formen hervorgetreten, 3 Polygastern, 2 Phytolitharien, 1 Samen, 1 Crystall.

11. Gipfel des Monte-Rosa. II. Anderes ähnliches Handstück mit 2 rauhen Wetterflächen und höchst geringem schwärzlichen Flechten-Anfluge, der unbestimmbar ist. Gleiche Behandlung ergab in 5 Analysen 8 Formen, 1 Polygastern, 4 Phytolitharien, 1 Pilzsporangium, 2 Crystalle. Die Fragilaria ist eine Kette von 7 Gliedern mit grünem Inhalte.

12. Gipfel des Monte-Rosa. III. Drittes Handstück mit Flechten-Anflug von deutlicheren Lecideen (geographica). Gleiche Behandlung hat in 5 Analysen 10 Formen erkennen lassen, 5 Polygastern, 3 Phytolitharien, 1 Echiniscus-Fragment, Fichtenpollen. Im Ganzen hat der Gipfel des Monte-Rosa 20 Formen ergeben, 8 Polygastern, 6 Phytolitharien, 1 Echiniscus-Fragment, 1 Fichtenpollen, 1 kleinen Samen, 1 Pilzsporangium, 2 Crystalle. Das Material ist nicht günstig um zu entscheiden, ob unter den unzweifelhaft atmosphärisch getragenen Formen (Fichtenpollen) auch stationäre sind. Die Fragilaria ist lebensfähig, die vielgliedrige Kette wohl sicher stationär.

Es folgen eine Reihe Materialien von der äussersten Phanerogamen-Grenze am südlichen Abhange der Vincent-Pyramide am Monte-Rosa, alle aus gleicher Höhe von 11770 F.

13. Vincent-Pyramide. A. Kleine Felsprobe mit etwas Erdanfluge und Gyrophoren. In der Erde waren aus 5 Analysen 18 Formen, 5 Polygastern, 6 Phy-

tolitharien, 3 Bärenthierchen, 1 Räderthierchen, Pflanzenhaare und 2 Crystalle. Das stationäre Leben ist hier entschieden und reich.

14. Vincent-Pyramide. B. Moose und Flechten mit einer sehr kleinen Felsprobe. Aus einem der kleinen Moos- und Flechten-Rasen sind in 5 Analysen 17 Formen gezogen worden, 1 Polygaster, 9 Phytolitharien, 1 Räderthierchen, 1 Fichtenpollen, 1 Samen, 1 Schüppchen, 1 Pflanzenhaar, 2 Crystalle. Frisches Leben an Räderthierchen.

15. Vincent-Pyramide. C. Kleine Moosrasen und Gyrophora-Flechten in einer Glasröhre. Ein Moosrasen enthielt nach 5 Analysen 19 Formen, 7 Polygastern, 7 Phytolitharien, 1 Bärenthierchen, 2 Räderthiere, Fichtenpollen und 1 Crystall. Reiches frisches Leben an Räderthieren und Polygastern, dabei Passatstaub durch Campylodiscus-Fragment und Discoplea-Fragment gut bezeichnet.

16. Vincent-Pyramide. D. Gyrophora mit rosafarbner Unterseite in Glasröhre. In 5 Analysen des Niederschlags der aufgeweichten Flechten waren 15 Formen, 3 Polygastern, 9 Phytolitharien, 1 Räderthier, 1 Samen, 2 Crystallchen. Frisches Leben.

17. Vincent-Pyramide. E. Gelblich weisse Erde in weissem Papier-Päckchen verwahrt, offenbar Schnee-Wasser-Absatz. In 5 Analysen des abgeschlemmten Feinsten waren 6 Formen, 4 Polygastern, 2 Crystallchen. Stauroneïs und Eunotia sind klein aber häufig und stellen ein stationäres Leben fest.

18. Vincent-Pyramide. F. Schwarzgraue Erde in einer Glasröhre. In 5 Analysen des Feinsten waren 19 Formen, 6 Polygastern, 9 Phytolitharien, 2 Fichtenpollen, 2 Crystalle. Der Fichtenblüthenstaub und die Spongolithen sind offenbar dort abgelagerter atmosphärischer Staub.

19. Vincent-Pyramide. G. Schwarzgraue steinige Erde in einer fingerdicken Glasröhre. In 5 Analysen des Feinsten wurden 17 Formen erkannt, 6 Polygastern, 11 Phytolitharien. Es sind zahlreiche Formen des Passatstaubes.

20. Vincent-Pyramide. H. Bräunlich weisse kalkhaltige Erde in einer Glasröhre. Aus 5 Analysen der feinsten mit Säure brausenden Erde wurden nur 5 Formen entwickelt, 4 Polygastern, 1 Crystall. Eunotia amphioxys und Stauroneïs Semen sind häufig, Navicula nivalis eine neue Form ist 4mal gesehen. Auffallend ist der Mangel an Phytolitharien. Deutliches festsitzendes Leben. — Die Summe der Formen von der Vincent-Pyramide beträgt 48, 14 Polygastern, 19 Phytolitharien, 4 Bärenthierchen, 2 Räderthierchen, 7 weiche Pflanzentheile, 2 Crystalle.

21. Weissthor-Pass. 11138 P. F. Moosrasen von einem Trichostomum mit feinsandiger Unterlage in weissem Papierpäckchen. Der feine Sand ist glimmerreich und gelblich dunkelbraun. In 10 Analysen der feinsten Theile fand ich 34 Formen, 8 Polygastern, 9 Phytolitharien, 4 Arten Bärenthiere sammt Eiern, 3 Arten Räderthiere sammt Eiern, 2 Anguillulas, 1 Fichtenpollen, 2 kleine Samen, 2 Crystallchen. Diese Moosrasen haben ein überraschendes Schauspiel gewährt, indem ihre Bevöl-

kerung an Bärenthierchen, Räderthieren und Aelchen wunderbar gross war. Beim Untersuchen eines kleinen Theils kamen mehrere Hunderte davon zum Vorschein und über Nacht waren sie im Wasser eines Uhrglases völlig wieder in normaler Lebensthätigkeit, obwohl sie vom August 1851 an bis Ende Mai 1853 fast 2 Jahre trocken gelegen haben. Die Callidinae zogen den Körper abwechselnd zusammen, bewegten sich wie Blutegel, kauten deutlich mit den, bei vielen 8zahnigen, Kiefern, über sie hinweg krochen die Bärenthierchen mit ihren plump bewegten Krallenfüssen und schoben ganze Packete der Zwischenmasse bald hierhin bald dorthin. Etwa $\frac{1}{4}$ der vorhandenen Thierchen (20 von 100) waren wieder normal lebensthätig, etwa 80 von 100 waren mehr oder weniger vom eingesogenen Wasser wieder ausgedehnte Leichname, die sich durch blasse oder graue Farbe auszeichneten und oft an den Enden schon aufgelöst waren. Verglich ich die belebten und die todten Formen, so waren die letzteren meist klein und mager, die belebten gross, dick und frisch, auch waren die lebenden meist röthlich oder röthlich gelb. Diese Farbe passte sehr zur Farbe der Unterseite mancher Gyrophoren und anderer vom gleichen Standorte mitgebrachter Flechten. Der Hauptsitz der Farbe bei den Räderthieren war in den Blinddärmchen, welche um den Darm der Callidinen liegen und nicht im Dotter der Eier. Es scheint, dass die Nahrung den Thierchen die röthliche, zuweilen fast scharlachrothe Farbe giebt und in einigen liessen sich röthlich-gelbe Substanztheilchen als Nahrungstheilchen isolirt sehen. Gelbe Flechten mögen bei der Zersetzung orangefarben und endlich roth werden, wie es bei alternder Parmelia parietina überall erkennbar ist. Peltigera crocea ist sehr verbreitet. Auch bei den Bärenthierchen war diese Farbe sehr allgemein. Ich war beim Anschauen dieser Verhältnisse gar nicht im Zweifel, dass nur Eier und kräftige Individuen sich erhalten hatten, dass aber alle unkräftigen abgestorben. Ferner war bei allen diesen Formen Eibildung, nicht Lebendig-Gebären, sichtbar. Auch die Räderorgane in ihrer Entwicklung sind öfter sichtbar geworden. Die Respirationsröhre war überall hervorstehend. An Auferstehen von einem langen Schlafzustande habe ich bei diesen Formen nicht denken können, weil jenes ein Aufzehren der eingenommenen Nahrung und Abmagern bedingt. Die zu normaler Thätigkeit wieder entwickelten Thiere waren aber die dicken und feisten. Diese waren offenbar nur ihrer kräftigen Constitution nach fähig gewesen, sich in den abnormen Verhältnissen zu erhalten, wie Käferlarven in trockenem Holze sich feucht und feist erhalten. Diese Erfahrung ist nur eine Wiederholung meiner früheren Erfahrungen und ändert, der Fülle der Anschauungen ungeachtet, nichts davon ab. Da mehrere der Formen ausgezeichnete überalpinische neue Arten sind, so werden sie später näher characterisirt werden.

Es folgen nun 6 Proben vom Gipfel der Nase, eines Felsenkammes zwischen den Zuflüssen des Lysgletschers, auf der Südseite des Monte-Rosa, aus 11176 Fuss.

22. Gipfel der Nase. A. Eine mit scharlachrothen Flechten-Fragmenten gemischte braune Erde in einer Glasröhre. In 10 Analysen der feinsten Theilchen

zeigten sich 31 Formen, 14 Polygastern, 13 Phytolitharien, 1 Fichtenpollen, 1 zweifächriges Pilzsporangium und 2 Crystallchen. Pinnularia borealis ist sehr zahlreich, Arcellae und Difflugiae mit Eunotien und Gallionellen, welche letztere auch im Passatstaub häufig sind, bilden eine lebende reiche Bevölkerung.

23. Gipfel der Nase. B. Verschiedene schwarze, braune, hochgelbe und zum Theil scharlachrothe Flechten in einer Glasröhre. Aus den aufgeweichten und im Uhrglase ausgedrückten Flechten entstand eine Wassertrübung, in der bei 5 Analysen 12 Formen unterschieden wurden, 5 Polygastern, 5 Phytolitharien, 2fächrige Pilzsporangien und Glimmer. Pinnularia borealis ist häufig.

24. Gipfel der Nase. C. Verschiedene kleine Rasen niederer Flechten mit einer sandig erdigen braunen Unterlage in weissem Papier-Päckchen. In 5 Analysen der feinsten Erdtheilchen waren 23 Formen, 11 Polygastern, 9 Phytolitharien, 1 Echiniscus, 1 Fichtenpollen, 1 Crystallchen. Deutliches reiches Leben.

25. Gipfel der Nase. D. Sandige braune Erde mit vielen Fragmenten der auf der Unterseite gelbrothen und scharlachrothen Peltigera crocea in weissem Papiere. In 5 Analysen fanden sich 22 Formen, 11 Polygastern, 6 Phytolitharien, 1 Fichtenpollen, 1 Pflanzenhaar, 1 Pilzsamen, 2 Crystallchen. Zahlreiche Eunotia Monodon?, Pinnularia borealis, Difflugiae und Gallionellae leben dort beständig sich entwickelnd fort.

26. Gipfel der Nase. E. Dunkelbraune sandige Erde mit Polytrichum ähnlichen Moosstämmchen und Peltigera crocea in weissem Papier. Aus 5 Analysen wurden 18 Formen ermittelt, 5 Polygastern, 8 Phytolitharien, 1 Echiniscus, 1 Fichtenpollen, 1 kleiner Same und 2 Crystallchen. Auch hier ist ein stationäres Leben unverkennbar. Zahlreiche Formen sind denen des Passatstaubes gleich. — Die Gesammtzahl der Formen der Nase beträgt auf dem Gipfel 46, 22 Polygastern, 17 Phytolitharien, 1 Bärenthierchen, 1 Fichtenpollen, 3 andere weiche Pflanzentheile, 2 Crystallchen.

27. Passatstaublager im oberen Lys Gletscher. 10888 Fuss[1]. Zwischen den Firnschichten des oberen Theiles des Lysgletschers ist ein Staublager, das durch Schmelzen und Filtriren auf ein Filtrum von weissem Löschpapier gebracht worden. Die Farbe des feinen erdigen Niederschlages ist röthlichbraun. Mit 5 Analysen sind 28 Formen festgestellt worden, 12 Polygastern, 13 Phytolitharien, 1 Pflanzenhaar, 2 Crystallchen. Die deutliche, mehrfach vorgekommene Discoplea atmosphaerica, so wie die ganze Reihe der Formen, nöthigt, diese Staublage für einen allmälig tiefer in den Gletscher eingerückten Meteorstaub zu halten, welcher von immer neuen Schneelagen überdeckt worden ist. Die ganze Feinheit und Farbe aller Theile räth dies anzunehmen und die Bestandtheile nöthigen dazu. So wäre diese Beobachtung der Herren SCHLAGINTWEIT denn die erste solcher Gletscherstreifung durch Meteorstaub der oberen Atmosphäre, deren es gewiss viele giebt.

1) Bei Nr. 109 Seite 36 der hypsometrischen Bestimmungen.

Besonders hervorzuheben ist ein sehr bemerkenswerther Einfluss dieses stationären Oberflächen-Lebens der Hoch-Alpen auf die Vorstellung von der Erdbildung durch Verwittern in den obersten Gipfeln. Man hat bisher diese Erdbildung nur dem zerfallenden Gestein zugeschrieben und die geringe organische Humusbeimischung durch Verkohlen und Ausglühen wegzubringen geglaubt. Die in dieser Beziehung bisher gemachten Experimente haben nun deutlich darin einen nicht unbedeutenden Fehler, dass die organischen Kieseltheile die vielen Bacillarien und Phytolitharien, welche durch Verkohlen nicht weggehen, den Kieselerdegehalt aber nicht unansehnlich vergrössern, unberücksichtigt geblieben sind. So wie das Nilland und alles Deltaland der Flüsse in wesentlichen Proportionen aus kleinem Leben mitgebildet wird, so waltet auch das unvergänglich erdbildende Leben in einflussreichem Masse schon zwischen dem verwitterten Gestein der höchsten Alpengipfel.

Die sämmtlichen Formen aus dieser Region sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Kreuze bezeichnen die Anwesenheit der Formen, und zugleich, dass von denselben Präparate, oft sehr zahlreiche, in meinen Sammlungen existiren, die es möglich machen Vergleichungen beliebig zu wiederholen. Mit Sternchen sind die als lebend erkannten Formen bezeichnet.

Centralkette der euro

Leben in der Region über

	Norische Alpen. Gross-Glockner.						Berner Alpen.					
	Höchste Spitze 12158 F.		Todtenlöcher 10340 F.		Adlersruhe, 10432 F.	Gipfel d. Rachern, 10362 F.	Ewigschneehorn 10468 F.			Gipfel des Monte-Rosa 14284 F.		
	A.	B.	A.	B.			I.	II.	III.	I.	II.	III.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Polygastern: 46.												
Amphora —?	—	—	+?									
*Arcella constricta	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—
* Enchelys β dilatata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Globulus	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—
—?	—	—	—	+?								
Campylodiscus Clypeus	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cocconema Fusidium?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Difflugia areolata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* Carpio	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* Oligodon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* Seminulum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Discoplea atmosphaerica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Eunotia amphioxys	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—	—
* Argus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diodon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
gibba?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Monodon?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zebra	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
zebrina	—	—	—	—	—	—	—	+?	—	—	—	—
Fragilaria hyemalis?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
pinnata?	—	—	+?									
Rhabdosoma	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
*Gallionella crenata	—	—	+	+	—	—	—	+	—	—	—	—
* decussata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
distans	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
granulata	—	—	—	+	—	—	—	—	+	—	—	+?
— β maxima	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	—	+

päischen Hochalpen.

10000 P. F. Höhe.

Penninische Alpen. Monte-Rosa-Gruppe.															
Abhang der Vincent-Pyramide. 11770 F.								Weissthor-Pass, 11138 F.	Gipfel der Nase 11176 F.					Oberer Lys-Gletscher 10888 F.	
A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.		A.	B.	C.	D.	E.		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	**Polygastern: 46.**
															Amphora —?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	* Arcella constricta
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+				* Enchelys β dilat.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+						Globulus
															—?
—	—	+													Campylodiscus Clypeus
—	—	—	—	+?											Cocconema Fusidium?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+			* Difflugia areolata
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+				* Carpio
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+			* Oligodon
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+			* Seminulum
—	—	+	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	Discoplea atmosphaerica
+	+	—	—	+	—	+	+	+	+	—	—	+	+?		* Eunotia amphioxys
—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	+?	* Argus
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+					Diodon
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	gibba?
—	—	—	—	—	—	—	—	+?	+?	+?	+?	+?	+?		Monodon?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+						Zebra
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+			zebrina
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	Fragilaria hyemalis?
															pinnata?
															Rhabdosoma
—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+?	+	—	—	+	* Gallionella crenata
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	* decussata
+?	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+?	—	+	* distans
—	—	—	—	—	+	+	—	—	+	—	—	—	—	+	granulata
															— β maxima

Centralkette der europäischen

	Norische Alpen. Gross-Glockner.						Berner Alpen.					
	Höchste Spitze 12158 F.		Todtenlöcher 10340 F.		Adlersruhe, 10432 F.	Gipfel d. Rachern, 10362 F.	Ewigschneehorn 10468 F.			Gipfel des Monte-Rosa 14284 F.		
	A.	B.	A.	B.			I.	II.	III.	I.	II.	III.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
*Gallionella laevis	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* procera	—	+	+	—	—	+	+	+	—	—	—	—
* tenerrima	—	—	—	+	—	+	—	—	—	+	—	—
varians?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gomphonema gracile?	—	—	+?									
— truncatum?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Himantidium Arcus?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Meridion vernale	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Navicula affinis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
gracilis	—	—	+									
nivalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
obtusa?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Pinnularia borealis α	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	+
* — β subacuta	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Stauronëis Semen	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
*Stichostaura Fragilaria?	+?	+?	+?	—	—	—	—	—	—	—	—	+?
— pinnata?	+?											
Trachelomonas laevis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	4	2	9	6	1	4	3	4	4	3	1	5
Phytolitharien: 29.												
Amphidiscus truncatus	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Assula umbonata laevis	—	—	—	—	—	—	—	+				
Lithodontium Aculeus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
furcatum	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
rostratum	—	—	+									
Lithomesites Pecten	+											
Lithosphaeridium irregulare	—	+?	—	+	—	—	—	+	—	—	—	—
Lithostylidium Amphiodon	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hochalpen. (Fortsetzung.

Penninische Alpen. Monte-Rosa-Gruppe.															
Abhang der Vincent-Pyramide 11770 F								Weissthor-Pass, 11138 F.	Gipfel der Nase 11176 F.					Oberer Lys-Gletscher 10888 F.	
A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.		A.	B.	C.	D.	E.		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
—	—	—	—	—	—	—	—	+							Gallionella laevis
+	—	+	+	—	+	+	—	—	+	-	+	+	+	+	* procera
—	—	+	+	—	+	+	—	—	+	—	—	—	+	+	* tenerrima
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?			varians?
															Gomphonema gracile?
+?															— truncatum?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?						Himantidium Arcus?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+				*Meridion vernale
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+				Navicula affinis
															gracilis
—	—	+?	—	+	—	—	+								nivalis
—	—	—	—	—	—	—	—	+?							obtusa?
+	—	+	—	—	+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	*Pinnularia borealis α
—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+			* — β subacuta
—	—	—	—	—	—	—	+?								—?
—	—	—	—	+	—	—	+	+							*Stauroneïs Semen
															*Stichostaura Fragilaria?
															— pinnata?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+						Trachelomonas laevis
5	1	7	3	4	6	6	4	8	14	5	11	11	5	12	
															Phytolitharien: 29.
+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	—	+	—	+		Amphidiscus truncatus
															Assula umbonata laevis
—	+														Lithodontium Aculeus
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?			Lithodontium furcatum
															rostratum
															Lithomesites Pecten
—	—	+	—	—	+	—	—	+	+	—	+	—	+	+	Lithosphaeridium irregul.
—	—	—	+?	—	—	+	—								Lithostylidium Amphiod.

Centralkette der europäischen

	Norische Alpen. Gross-Glockner.						Berner Alpen.					
	Höchste Spitze 12158 F.		Todtenlöcher 10340 F.		Adlersruhe, 10432 F.	Gipfel d. Rachern, 10362 F.	Ewigschneehorn 10468 F.			Gipfel des Monte-Rosa 14284 F.		
	A.	B.	A.	B.			I.	II.	III.	I.	II.	III.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lithostylidium angulatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
clavatum	+	+	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
Clepsammidium	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	+
crenulatum	—	+	+	—	—	—	+	—	+	+	—	—
curvatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
denticulatum	+	—	+	—	+	+?	—	+	+	—	+	+
irregulare	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
laeve	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
obliquum	—	—	—	—	—	—	+?	+	—	—	—	—
Ossiculum	—	—	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—
ovatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
quadratum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	—
Rhombus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
rude	+	+	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+?
Serra	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	—
spinulosum	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—
Trabecula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
triquetrum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Spongolithis acicularis?	—	+?	+?	—	—	—	+?	+?	—	—	—	—
aspera	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
robusta?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	6	8	2	3	1	7	10	5	2	4	3
Bärenthierchen: 6.												
*Echiniscus altissimus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* Testudo	+?	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—?
* Victor	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Hypsibius Oberhäuseri?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Macrobiotus Hufelandii	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
*Milnesium alpigenum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Hochalpen. (Fortsetzung.)

Penninische Alpen. Monte-Rosa-Gruppe.															
Abhang der Vincent-Pyramide 11770 F.								Weissthor-Pass, 11138 F.	Gipfel der Nase 11176 F.					Oberer Lys-Gletscher 10888 F.	
A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.		A.	B.	C.	D.	E.		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	+	—	+	+	Lithostylidium angulatum
+	—	—	+	—	—	+	—	+	—	+	+	+	+	+	clavatum
—	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	Clepsammid.
+	+	+	+	—	+	—		+	+	+	+	+	+	+	crenulatum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+					curvatum
+	+	+	+	—	+	+	—	—	+	—	+?	+	+	+	denticulare
—	—	—	—	—	—	—	—	+							irregulare
—	—	+	—	—	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	laeve
—	+	—	—	—	—	+	—	+							obliquum
+?	+?	—	—	—	+	+	—	+	+						Ossiculum
—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	ovatum
—	—	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+				quadratum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+						Rhombus
+	+	+	+	—	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+?	rude
—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	+?	Serra
—	—	—	—	—	—		—	—	+	—	—	—	—	+?	spinulosum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+?	Trabecula
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+						triquetrum
—	+?	—	—	—	+?	+?	—	—	+?	—	—	—	—	+?	Spongolithis acicularis?
—	—	—	+												aspera
—	—	—	+?												robusta?
6	9	7	9	—	9	11	—	9	13	5	9	6	8	13	
															Bärenthierchen: 6.
+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	—	+		*Echiniscus altissimus
—	—	+?													* Testudo
—	—	—	—	—	—	—	—	+							* Victor
+?															*Hypsibius Oberhäuseri?
—	—	—	—	—	—	—	—	+							*Macrobiotus Hufelandii
+	—	—	—	—	—	—	—	+							*Milnesium alpigenum

Centralkette der europäischen

	Norische Alpen. Gross-Glockner.						Berner Alpen.					
	Höchste Spitze 12158 F.		Todten-löcher 10340 F.		Adlersruhe, 10432 F.	Gipfel d. Rachern, 10362 F.	Ewigschneehorn 10468 F.			Gipfel des Monte-Rosa 14284 F.		
	A.	B.	A.	B.			I.	II.	III.	I.	II.	III.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ova hispida (Milnesii?)	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— laevia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Räderthierchen: 4.												
*Callidina Alpium	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* rediviva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
* scarlatina	+	—	—	—	—	—	—	+	+?	—	—	—
* Triodon	—	—	—	—	—	—	+					
Ova	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fadenwürmer: 2.												
*Anguillula ecaudis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— longicaudis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Weiche Pflanzentheile: 9.												
Fichten-Pollen, gross	+	+	+	—	+	—	+	+	—	—	—	—
— klein	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+
Pflanzenhaare, einfach glatt	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
— vogelschnabelartig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Samen, dreikantig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
nierenförmig	—	—	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Pilzsporangium, 2samig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
vielsamig	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—
Bractea navicularis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe des Organischen: 96.	12	9	21	9	6	5	12	17	10	6	6	10
Unorganische Formen.												
Crystallprismen, grün	—	—	+	—	+	+	—	+	—	—	+	—
Glimmer	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—
Ganze Summe: 98.	13	10	23	10	8	7	13	19	11	7	8	10

Hochalpen. (Fortsetzung.)

Penninische Alpen. Monte-Rosa-Gruppe.															
Abhang der Vincent-Pyramide. 11770 F.								Weissthor-Pass, 11138 F.	Gipfel der Nase 11176 F.					Oberer Lys-Gletscher 10888 F.	
A.	B.	C.	D.	E.	F.	G.	H.		A.	B.	C.	D.	E.		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
—	—	—	—	—	—	—	—	+							Ova hispida (Milnesii?)
—	—	—	—	—	—	—	—	+							— laevia
															Räderthierchen: 4.
—	—	—	—	—	—	—	—	+							*Callidina Alpium
—	—	+	—	—	—	—	—	+							* rediviva
+?	+?	+	+	—	—	—	—	+							* scarlatina
															* Triodon
—	—	—	—	—	—	—	—	+							* Ova
															Fadenwürmer: 2.
—	—	—	—	—	—	—	—	+							*Anguillula ecaudis
—	—	—	—	—	—	—	—	+							— longicaudis
															WeichePflanzenth.: 9.
—	—	—	—	—	+?	—	—	+	+	—	+	+	+		Fichten-Pollen, gross
—	+	+	—	—	+										— klein
—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	Pflanzenhaare, einf. glatt
+															— vogelschnabelartig
															Samen, dreikantig
—	+?	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+		nierenförmig
—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	+			Pilzsporangium, 2samig
															vielsamig
—	+														Bractea navicularis
16	15	18	13	4	17	17	4	32	29	11	22	20	16	26	Summe des Organ.: 96.
															Unorgan. Formen.
+	+	+	+	+	+	—	—	+	+	—	—	+	+	+	Crystallprismen, grün
+	+	—	+	+	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	Glimmer
18	17	19	15	6	19	17	5	34	31	12	23	22	18	28	Ganze Summe: 98.

Ausser diesen Proben aus den obersten Regionen habe ich noch einige andere untersucht, deren Localitäten specielles Interesse zu bieten schienen. Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; in Beziehung auf die Oertlichkeiten dürfte Folgendes besonders zu erwähnen sein.

Die drei ersten der folgenden Proben waren Erden aus den Umgebungen des Pavillon am linken Ufer des Aargletschers. Die Höhe des Pavillon beträgt 7495 P. F.

28. Schwarzgraue, grobsandige Schlammerde mit Moostheilen, aus fünf Analysen (nadelkopfgrossen Theilchen) des abgeschlemmten Feinsten wurden 20 Formen ermittelt. Reiche organische Mischung von zahlreichen Himantidien, Gallionellen und kleinen Surirellen.

29. Etwas lose, schwarzgraue, grobsandige Schlammerde mit Wurzelfasern durchzogen. Aus zehn Analysen des Feinsten ergaben sich 27 Formen, in weniger reicher aber doch der vorigen fast ähnlicher Mischung.

30. Etwas Rasen und schlammiger Boden. In zehn Analysen der am meisten zerkleinerten Erdtheilchen waren 21 Formen. Zwischen den vorherrschenden Humustheilchen waren Lithostylidien und Pinnularia borealis häufig; auch Difflugiae zahlreich und darunter zwei neue locale Formen, Difflugia helvetica und Corbis.

Die beiden folgenden sind Wasserabsätze aus den Umgebungen des Monte Rosa.

31. Quellenschlick aus der Nähe von Zermatt. Vergl. die Quelle Nr. 18. S. 215. Die Höhe betrug 5310 Par. F. Die Temperatur dieser Quelle war (am 25. Aug. 1851) 4,5° C.

Die Substanz bestand aus feinem grauem Sande, der Glimmerblättchen enthielt und zugleich mit etwas grösseren Steinchen und Moostheilen vermischt war. In fünf Analysen zeigten sich 21 Formen. In dieser Masse, in welcher unorganische feine Sandtheilchen der vorherrschende Bestandtheil waren, zeigte sich Fragilaria hyemalis am zahlreichsten eingestreut.

32. Sandabsatz aus dem Lysbache bei St. Jean de Gressoney. 4218 P. F.

Es war diess eine weissliche, feine Erde mit vielen Glimmertheilchen (in Papier). In drei Analysen zeigten sich 12 vereinzelte Formen.

33. Aus dem Mittleren Stollen, in der Schlucht neben der Vincenthütte. Vergl. Taf. IX. Die Höhe beträgt 9650 P. F. Es war eine dunkelbraune etwas filzige Masse, die sich an der Decke des Stollens, zwischen den zahlreichen Eisnadeln, welche dort das ganze Jahr die Decke des Stollens bekleiden, angesetzt hatte. Die Substanz war in einer Glasröhre eingeschlossen. In fünf Analysen ergab sich nur eine Form einmal.

34. Rother Schnee vom Montanvert, am linken Ufer des Mer de Glace bei Chamouni. Höhe 5866 P. F. Die rothe Färbung befand sich auf frischem Schnee, der am 24. Sept. auf den Abhängen des Montanvert gefallen war. Es waren 1½ Liter Schneewasser durch ein Filtrum von Papier gegossen, auf dem

die Substanz angetrocknet war. Es ergab sich in fünf Analysen fast nur Astasia haematodes. Sehr vereinzelt dazwischen fanden sich nur drei andere, zusammen vier Formen.

Die einzelnen Analysen sind in folgender Uebersicht zusammengestellt. Die Bezeichnungsweise ist dieselbe, wie in der vorhergehenden Tabelle.

	Pavillon am linken Ufer des Aargletschers 7495 P. F.			Zermatt Quelle 5318 P. F.	Lysbach bei Gressoney 4218 P. F.	Ansatz an der Decke des mittleren Stollens Vincenthütte 9650 P. F.	Montanvert Rother Schnee 5866 P. F.
	28	29	30	31	32	33	34
Polygastern: 35.							
Amphora libyca	—	—	—	+	+?	—	—
Arcella constricta	+	—	—	—	—	—	—
Euchelys	—	—	—	+	—	—	—
Globulus	+	—	—	—	—	—	—
microstomum	+	—	—	—	—	—	—
Astasia haematodes?	—	—	—	—	—	—	+
Cocconema Fusidium	—	+	—	+	+	—	—
gracile	+	+	—	—	—	—	—
Difflugia areolata n. sp.	+	—	—	—	—	—	—
helvetica	—	—	+	—	—	—	—
Corbis n. sp.	—	—	+	—	—	—	—
Oligodon?	—	—	+?				
Eunotia amphionys	—	—	—	+	+	—	—
depressa?	—	—	+				
Fragilaria hyemalis	—	—	—	+	—	—	—
pinnata	—	—	—	+	—	—	—
Gallionella distans	+	+	—	—	—	—	—
Gomphonema (Fragil hyem?)	—	—	—	—	+	—	—
Himantidium Arcus	+	+	—	—	—	—	—
gracile	—	+	+	—	—	—	—
Meridion vernale	—	—	—	+	—	—	—
Navicula affinis	+	+	—	+	—	—	—
amphispherica	—	+	—	—	—	—	—
? Arcus	—	—	—	—	+?	—	—
gracilis	—	—	—	—	+	+	—
Silicula	—	—	—	+	—	—	—

	Pavillon am linken Ufer des Aargletschers 7495 P. F.			Zermatt Quelle 5318 P. F.	Lysbach bei Gressoney 4218 P. F.	Ansatz an der Decke des mittleren Stollens Vincent-hütte 9650 P. F.	Montanvert Rother Schnee 5866 P. F.
	28	29	30	31	32	33	34
Pinnularia borealis β.	+	+	+	+	+	—	+
decurrens	+	+	—	+	—	—	—
amphioxys				+	—	—	—
viridis	—	—	—	+	—	—	—
Stauroneïs Semen				+	+	—	—
Stichostaura	—	—	—	+	—	—	—
Surirella Myodon?	+?	+?	—	—	—	—	—
Synedra Ulna	—	—	—	+	—	—	—
Trachelomona laevis	—	+	+	—	—	—	—
	11	11	7	16	8	1	2
Phytolitharien: 25.							
Lithondontium Bursa	—	+	—	—	—	—	—
furcatum	—	—	+	—	—	—	—
Platyodon	—	—	+	—	—	—	—
Lithomesites Pecten	—	+	—	—	—	—	—
Lithosphäridium irregulare	—	+	—	—	—	—	—
Lithostylidium Amphiodon	+	+	—	—	—	—	—
angulatum	—	—	+	+	—	—	—
biconcavum	—	+	—	—	—	—	—
calcaratum	+	+	+	—	—	—	—
clavatum	+	+	+	—	—	—	—
Clepsammidium	+	+	+	—	—	—	—
crenulatum	+	+	+	—	—	—	—
denticulatum	+	+	+	+	—	—	—
fusiforme	+	—	—	—	—	—	—
irregulare	—	—	+	—	—	—	—
laeve	+	+	—	+	—	—	—
obliquum?	—	—	+?	—	—	—	—
Ossiculum	—	+	—	—	—	—	—
quadratum	—	+	—	—	—	—	—
rude	+	+	+	+	+	—	—
securis	—	+	—	—	—	—	—
Serra	+	—	+	—	—	—	—

	Pavillon am linken Ufer des Aargletschers 7495 P. F.			Zermatt Quelle 5318 P. F.	Lysbach bei Gressoney 4218 P. F.	Ansatz an der Decke des mittleren Stollens Vincenthütte 9650 P. F.	Montanvert Rother Schnee 5866 P. F.
	28	29	30	31	32	33	34
Lithostylidium triquetrum	—	—	+	—	—	—	—
unidentatum	+	—	—	—	—	—	—
Spongolithis acicularis	—	—	+?	+	+?	—	—
	11	15	14	5	2	—	—
Spinnenklaue	—	+	—	—	—	—	—
Poröse Fichtenzellen	—	—	—	—	—	—	+
Pflanzentheilchen	—	—	—	—	—	—	+
Grüne Crystallprismen	—	—	—	—	+	—	—
Glimmer	—	—	—	+	+		
	22	27	21	21	12	1	4

II. Das kleine Leben der bayerischen Alpen.

Schon vor 2 Jahren hat mich mein verehrter Freund, der hochverdiente Akademiker, Herr Hofrath von Martius in München, unser correspondirendes Mitglied, mit einem reichen Material an Erden aus den bayerischen Alpen versehen, deren sorgfältige Einsammlung und genaue Etikettirung der Botaniker Herr Assessor Krempelhuber übernommen. Diese Bemühungen stehen im directen Zusammenhange mit einem Auftrage der bayerischen Regierung, welche eine genaue geognostische, botanische und zoologische Untersuchung des dortigen Alpenlandes jetzt eben ausführen lässt und die Materialien, welche hier benutzt werden, sind nach den von mir selbst gewünschten Gesichtspunkten genommen worden. Jene zahlreichen Proben sind von Herrn Dr. Adolph Schlagintweit durch Materialien von den höchsten Gipfeln der Zugspitze und von andern Punkten seit September 1852 wesentlich vermehrt und vervollständigt worden. Ich selbst habe im vorigen Jahr eine Reise über München nach Tyrol ausgeführt und habe dabei das bayerische Hochland überstiegen, auch mancherlei ergänzende Materialien selbst zufügen und das Ganze in Uebersicht nehmen können. Dadurch ist eine Zusammenstellung von 24 Oertlichkeiten möglich geworden, in denen 133 Formen des kleinen Lebens beobachtet werden konnten, 103 Polygastern, 21 Phytolitharien, 1 Anguillula, 8 weiche Pflanzentheile, 4 Crystallchen.

Folgende Verhältnisse bezeichnen die einzelnen Oertlichkeiten. Die Uebersicht

geht von der Zugspitze als höchstem Alpenpunkt daselbst von 9094 P. Fuss in der Richtung nach München bis zum Starenberger See, welcher 1781 F., nur wenig höher als München, 1569 F., liegt, Die ersten 7 Proben sind von Herrn ADOLPH SCHLAGINTWEIT eingesammelt worden.

1. Gipfel der Zugspitze. I. 9094 F. Graue kalksandige steinige Erde mit etwas Moos in einer Glasröhre. In 10 Analysen sind 16 Formen erschienen, 5 Polygastern, 6 Phytolitharien, Fichtenpollen, 1 Same, 3 Crystalle.

2. Gipfel der Zugspitze. II. 9094 F. Rostfarbene und graue steinige Erde in einer Glasröhre. In 5 Analysen des Feinsten fanden sich 16 Formen, 3 Polygastern, 9 Phytolitharien, 1 Fichtenpollen, 1 Schüppchen, 2 Crystalle, darunter auch Glimmerschüppchen.

3. Gipfel der Zugspitze. III. 9094 F. Graue kalksandige und steinige Erde. In 5 Analysen 13 Formen, 3 Polygastern, 5 Phytolitharien, 1 Fichtenpollen, 1 Same, 1 Schüppchen, 2 Crystallchen.

4. Hinter-Anger-Alpe, Fuss der Zugspitze im Rainthale. 4182 F. Es sind verschiedene Flechten in einer Glasröhre, 200 bis 500 Schritt von der Alpenhütte gesammelt. In reinem Wasser aufgeweicht und ausgedrückt ergaben sie Trübung und Bodensatz, in dessen 5 Analysen 10 Formen erkannt wurden, 8 Polygastern, 2 Phytolitharien.

5. Bergwerk im Höllenthale bei Partenkirchen, 500 Schritt vom Huthause entfernt, 4624,5 Fuss hoch. Es sind Moose mit schwarzem Humus in einem Glase. In 5 Analysen fanden sich 12 Formen, 7 Polygastern, 2 Phytolitharien, 1 Anguillula, 2 Phanerogamen-Theilchen.

6. St. Anton, auf einem Hügel oberhalb Partenkirchen, 2300 F. Es ist Moos mit wenig schwarzem Humus in Glasröhre. In 5 Analysen 12 Formen, 8 Polygastern, 3 Phytolitharien, Fichtenpollen.

7. Eschenloher Moos. c. 2000 F. Südlich von Murnau. Moos mit weisslichem Wasserabsatz in einer Glasröhre. Anfang zu Kalkincrustation. In 5 Analysen 9 Formen, 7 Polygastern, 2 Phytolitharien.

Die nun folgenden 11 Nummern sind eine Auswahl aus den von Herrn VON MARTIUS gesandten Materialien des Herrn KREMPELHUBER, sämmtlich in festem Schreibpapier wohl verpackt.

8. Nähe der Vereinsalpe, Thalquelle A. c. 4628 F. auf dem hinteren Karwendelgebirge. Dunkelbrauner Humus mit vielen Pflanzenresten. In 5 Analysen nadelkopfgrosser Theilchen des Feinsten waren 25 Formen darstellbar, 21 Polygastern, 4 Phytolitharien.

9. Nähe der Vereinsalpe. Thalquelle B. Aehnlicher dunkelbrauner Humus mit weissen Kalktheilchen. In 5 Analysen 12 Formen, 9 Polygastern, 3 Phytolitharien.

10. Aus dem Luttersee am hohen Kranzberge bei Mittenwald. c. 3200 F.

See von allen Seiten eingeschlossen. Ein grauer sandiger Schlamm, mit Buchenblättern, Fichtennadeln, Moosen. In 10 Analysen waren 35 Formen, 30 Polygastern, 4 Phytolitharien und Pflanzenhaare.

11. Aus dem Schmalersee bei Mittenwald, c. 2900 F. Von allen Seiten ziemlich frei. Es ist ein weisses feines Kalkmehl mit gröberen Steinchen gemischt. In 1 Analyse der natürlichen und 4 Analysen der durch Salzsäure ausgelaugten Erde fanden sich 5 Formen, 3 Polygastern, 2 Phytolitharien.

12. Aus dem Lautersee am Wetterstein, 3115 F. Kalte nördliche Lage, nur östlich ziemlich frei. Es ist ein weisser grobkörniger Kalksand mit feinem Kalkmehl gemischt. In 5 Analysen der wie vorige behandelten Masse waren 5 Formen, sämmtlich Polygastern.

13. Aus dem Ferchensee am Wetterstein, 3261 F. Kalte nördliche Lage, rings vom Gebirge umschlossen. Weissgrauer, grobkörniger Kalksand mit feinem Kalkmehl. In 5 Analysen des ausgelaugten Feinsten waren 18 Formen, 17 Polygastern, 1 Spongolith.

14. Aus dem Wildensee am hohen Kranzberge bei Mittenwald, c. 3350 F. hoch. Ziemlich freie Lage. Grober grauer Kalksand mit Moostheilchen. Aus 5 Analysen des ausgelaugten Feinsten ergaben sich 12 Polygastern.

15. Quelle am hohen Kranzberge bei Mittenwald, c. 3200 F. Freie Lage. Graubraune Erde mit grobem Kalksande. In 5 Analysen waren 7 Formen, nur Polygastern.

16. Wasserlache am hohen Kranzberge bei Mittenwald, c. 3100 F. Freie Lage. Moose auf hellbraunem Schlamm. In 5 Analysen 7 Formen, 6 Polygastern und 1 Crystall.

17. Quelle am Fusse des Karwendels, ¼ Stunde von Mittenwald, c. 2820 F. Von allen Seiten frei. Schwarzgraue Erde mit weissen Kalksteinchen. In 5 Analysen 7 Formen, nur Polygastern.

18. Bach am Fusse des Steinbergs bei Mittenwald, c. 2830 F. In einem Fichtenbestande. Aus 5 Analysen liessen sich 14 Formen, sämmtlich Polygastern ermitteln.

Die nun folgenden 6 Proben habe ich selbst im August 1852 entnommen.

19. Bachabsatz am Wege bei Scharnitz, 2853 F. Gelblich weisser feiner Kalkschlamm. In 5 Analysen der ausgelaugten Substanz wurden 9 Formen festgestellt, 7 Polygastern, 2 Phytolitharien.

20. Aus dem Schlick der Isar bei Mittenwald, 2770 F. Es ist ein silbergrauer kalkiger Mulm, welchen die Isar als Grasboden ablagert. In 5 Analysen der durch Säure ausgelaugten Masse waren 5 mikroskopische Formen, 1 Polygaster, 4 Phytolitharien.

21. Aus dem Klammbach in Mittenwald, 2770 F. In weisslichem

Kalkschlick zwischen Conferven waren bei 5 Analysen 8 Formen darstellbar. 7 Polygastern, 1 Phytolitharie.

22. Waldbach bei Partenkirchen. 2150 F. Ein getrocknet hellbrauner schlammiger Moosboden. In 5 Analysen ergab er 17 Formen, 14 Polygastern, 2 Phytolitharien, Fichtenpollen.

23. Waldbach bei Weilheim. 1700 F. Zwischen Conferven auf braunem Schlamm ergaben 5 Analysen 10 Formen, sämmtlich Polygastern.

Die Bayeri

	Zugspitze 9094 F.			Fuss der Zugspitze Rainthal 4182 F.	Höllenthal 5000 F.	St. Anton 2300 F.	Eschenloher Moos 2000 F.	Vereinsalpe, Thalquelle Karwendelgebirg 4628 F.		Lutter See 3200 F.	Schmaler See 2900 F.	Lauter See 3115 F.
	I.	II.	III.					1.	2.	3.	4.	5.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Polygastern: 103.												
Achnanthes? bavarica	—	—	—	—	—	—	—	+?	—	+		
Amphora gracilis	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
libyca	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	+?
Arcella aculeata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
constricta	+	—	—	+	+	+	—	+				
Enchelys	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Globulus	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
vulgaris?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Biblarium? Crux	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
Campylodiscus noricus	—	—	—	—	—	—	—	+				
Closterium Lunula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trabecula	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cocconeis borealis	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
finnica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
lineata	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
Pediculus	—	—	—	—	—	—	—	+?	+			
Placentula	—	—	—	—	—	—	+?	+				
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cocconema Arcus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fusidium	—	—	—	—	—	—	—	—	+			

24. **Starenberger See.** 1781 F. Abgestorbene Schilftheile des Uferwassers. In 5 Analysen enthielten sie 25 Formen, 24 Polygastern, 1 Phytolitharie.

Der Hauptzweck dieser Untersuchungen war, mir selbst eine Uebersicht und feste Basis für das europäische Alpen-Leben zu schaffen. Das meist Verbreitete, nicht das Vereinzelte war mir wichtig.

Diese sämmtlichen Formen sind in Tabelle III. zusammengestellt.

Die Kreuze bezeichnen wie früher Anwesenheit der Formen.

schen Alpen.

6. Ferchen See 3261 F.	7. Wilder See 3350 F.	8. Quelle am Hohen Kranzberge 3200 F.	9. Lache am Hohen Kranzberge 3100 F.	10. Fuss des Karwendels 2820 F.	11. Seinsberg, Bach 2830 F.	1. Scharnitz 2853 F.	2. Isar bei Mittenwald 2770 F.	3. Mittenwald Klamm 2770 F.	4. Partenkirchen 2150 F.	5. Weilheim 1700 F.	6. Starenberger See 1781 F.	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
												Polygastern: 103.
												Achnanthes? bavarica
—	—	—	—	+								Amphora gracilis
+	+	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	libyca
												Arcella aculeata
												constricta
—	—	+										Enchelys
+												Globulus
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	vulgaris?
												Biblarium? Crux
												Campylodiscus noricus
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	Closterium Lunula
—	+											Trabecula
—	—	—	—	—	+?							—?
+												Cocconeïs borealis
+												finnica
—	—	+	—	—	—	—	—	+				lineata
												Pediculus
												Placentula
+?	—	—	—	+?	+?							—?
—	—	—	—	—	+							Cocconema Arcus
												Fusidium

Die Bayerischen

	Zugspitze 9094 F.			Fuss der Zugspitze Rainthal 4182 F.	Höllenthal 5000 F.	St. Anton 2300 F.	Eschenloher Moos 2000 F.	Vereinsalpe, Thal-	quelle Karwendel-gebirg 4628 F.	Lutter See 3200 F.	Schmaler See 2900 F.	Lauter See 3115 F.
	I.	II.	III.					1.	2.	3.	4.	5.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Cocoonema gracile	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	—	—
lanceolatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Leptoceros	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Difflugia areolata	—	—	—	+	+	+	—	—	—	—	—	—
ciliata	—	—	—	—	—	+						
globularis	—	—	—	—	+	+						
Oligodon	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	—
Seminulum	—	—	—	+	—	+						
spiralis	—	—	—	+								
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?		
Diploneïs? (Coccon. constricta?)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Discoplea —?	—	—	+?									
Euastrum crenatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eunotia abrupta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
amphioxys	+	—	—	—	+	+	—	—	—	—	—	—
gibba	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+
zebrina?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?		
Fragilaria diophthalma	—	—	—	—	—	—	—	+?	+?	—	—	+
hyemalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gallionella crenata	—	—	+									
distans?	—	+?	+?									
granulata	+											
procera	+											
varians	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gomphonema capitatum	—	—	—	—	—	—	—	+				
clavatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
acuminatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
gracile	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
laticeps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
longiceps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		

Alpen. (Fortsetzung.)

6. Ferchen See 3261 F.	7. Wilder See 3350 F.	8. Quelle am Hohen Kranzberge 3200 F.	9. Lache am Hohen Kranzberge 3100 F.	10. Fuss des Karwendels 2820 F.	11. Scinsberg, Bach 2830 F.	1. Scharnitz 2853 F.	2. Isar bei Mittenwald 2770 F.	3. Mittenwald Klamm 2770 F.	4. Partenkirchen 2150 F.	5. Weilheim 1700 F.	6. Starenberger See 1781 F.	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
—	+	—	—	—	+	+?	—	+?				Cocconema gracile
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	lanceolatum
—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+?	Leptoceros
—	—	+										Difflugia areolata
												ciliata
												globularis
—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	Oligodon
												Seminulum
												spiralis
												—?
+?												Diploneïs? (Coccon. constricta?)
												Discoplea —?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	Euastrum crenatum
												Eunotia abrupta
—	—	—	+	—	—	+	+	—	+			amphioxys
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	gibba
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?			zebrina?
												—?
—	—	+?	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	Fragilaria diophthalma
—	—	+	—	—	—	—	—	+				hyemalis
												Gallionella crenata
												distans?
												granulata
												procera
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	varians
												Gomphonema capitatum
												clavatum
—	+											acuminatum
—	—	—	—	—	+	+	—	—	—	+	+	gracile
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	laticeps
												longiceps

Die Bayerischen

	Zugspitze 9094 F. I.	II.	III.	Fuss der Zugspitze Rainthal 4182 F.	Höllenthal 5000 F.	St. Anton 2300 F.	Eschenloher Moos 2000 F.	Vereinsalpe, Thal- 1.	quelle Karwendelgebirg 4628 F. 2.	Lutter See 3200 F. 3.	Schmaler See 2900 F. 4.	Lauter See 3115 F. 5.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Gomphonema obtusum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
truncatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	+?	—	—	—	—	—
Himantidium Arcus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
gracile	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Meridion vernale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula affinis	—	—	—	+?	—	—	+	—	—	+	—	+
Amphisbaena	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
Bacillum	—	—	—	—	—	—	+					
Campylogramma	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
dilatata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
fulva	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
gracilis	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
obtusa	—	—	—	+	—	—	+					
Semen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Sigma	—	—	—	—	—	—	—	+				
Silicula	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	+?
Pinnularia aequalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
affinis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
amphioxys	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
borealis α	—	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—
— β	—	—	—	—	—	—	—	+				
decurrens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
dicephala	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Gastrum?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
inaequalis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Legumen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
peregrina	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Platysoma	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
Silicula?	—	—	—	—	—	—	—	+?				

Alpen. (Fortsetzung.)

6. Ferchen See 3261 F.	7. Wilder See 3350 F.	8. Quelle am Hohen Kranzberge 3200 F.	9. Lache am Hohen Kranzberge 3100 F.	10. Fuss des Karwendels 2820 F.	11. Seinsberg, Bach 2830 F.	1. Scharnitz 2853 F.	2. Isar bei Mittenwald 2770 F.	3. Mittenwald Klamm 2770 F.	4. Partenkirchen 2150 F.	5. Weilheim 1700 F.	6. Starenberger See 1781 F.	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
												Gomphonema obtusum
—	+	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	truncatum
—	—	—	—	—	+?							—?
+	—	—	—	—	+							Himantidium Arcus
+	—	—	—	—	—	—	—	—	+			gracile
—	—	—	—	—	+							Meridion vernale
—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+		Navicula affinis
												Amphisbaena
												Bacillum
												Campylogramma
+	+											dilatata
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	fulva
—	—	—	+	—	—	+	—	—	+	+	+	gracilis
												obtusa
—	—	—	—	—	—	+						Semen
												Sigma
+	+	—	—	—	+	+	—	—	+	—	+	Silicula
—	—	+?										—?
—	—	—	—	+								Pinnularia aequalis
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+			affinis
+	+	—	+	—	+	+	—	+	+	+	+	amphioxys
—	—	+										borealis α
												— β
—	—	—	+	—	—	—	—	+	+			decurrens
—	—	—	+									dicephala
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?	Gastrum?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	inaequalis
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		Legumen
—	+											peregrina
												Platysoma
												Silicula?

Die Bayerischen

	Zugspitze 9094 F. I.	Zugspitze 9094 F. II.	Zugspitze 9094 F. III.	Fuss der Zugspitze Rainthal 4192 F.	Höllenthal 5000 F.	St Anton 2300 F.	Eschenloher Moos 2000 F.	Vereinsalpe, Thalquelle Karwendelgebirg 4628 F. 1.	Vereinsalpe, Thalquelle Karwendelgebirg 4628 F. 2.	Lutter See 3200 F. 3.	Schmaler See 2900 F. 4.	Lauter See 3115 F. 5.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Pinnularia viridis	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pleurosiphonia?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+?
Podosphenia Pupula	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	—	—
Stauroneïs anceps	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phoenicenteron	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—
—?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Stauroptera Isostauron	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Staurosira pinnata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
Surirella constricta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
parallela	—	—	—	—	—	—	—	+				
Myodon?	—	—	—	—	—	—	—	+?				
undulata	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Synedra acuta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
lunaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
spectabilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Ulna	—	—	—	—	—	—	—	+	+?	—	—	—
Tabellaria vulgaris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
trinodis	—	—	—	—	—		—	—	—	+		
Trachelomonas laevis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	5	3	3	8	7	8	7	22	9	30	3	7
Phytolitharien: 21.												
Lithodontium furcatum	—	—	—	—	—	—	—	+				
Lithomesites ornatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—
Lithosphaeridium irregulare	—	+										
Lithostylidium Amphiodon	—	—	+									
biconcavum	+											
crenulatum	+	—	+	—	—	+	+	—	+	—	—	—
denticulatum	+	+	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—
Formica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	
laeve	—	—	+	+	+	+	—	—	—	—	—	—

Alpen. (Fortsetzung.)

6. Ferchen See 3261 F.	7. Wildsee See 3350 F.	8. Quelle am Hohen Kranzberge 3200 F.	9. Lache am Hohen Kranzberge 3100 F.	10. Fuss des Karwendels 2820 F.	11. Seinsberg, Bach 2830 F.	1. Scharnitz 2853 F.	2. Isar bei Mittenwald 2770 F.	3. Mittenwald Klamm 2770 F.	4. Partenkirchen 2150 F.	5. Weilheim 1700 F.	6. Starenberger See 1781 F.	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
—	—	—	—	+	—	—	—	—	+?	—	+	Pinnularia viridis
+?												—?
												Pleurosiphonia?
—	—	—	—	+								Podosphenia Pupula
+	+	—	—	—	—	—	—	—	+		+	Stauronëis anceps
—	+	—	—	+	—	—	—	—	+			Phoenicenteron
+?												—?
+												Stauroptera Isostauron
												Staurosira pinnata
—	—	—	—	+								Surirella constricta
												parallela
												Myodon?
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	undulata
—	—	—	—	—	+							Synedra acuta
—	—	—	—	—	+							lunaris
+												spectabilis
—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	—	+	Ulna
—	+											Tabellaria vulgaris
												trinodis
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	Trachelomonas laevis
17	12	7	6	7	14	7	1	7	14	10	24	
												Phytolitharien: 21.
												Lithodontium furcatum
—	—	—	—	—	—	—	+					Lithomesites ornatus
												Lithosphaeridium irregulare
												Lithostylidium Amphiodon
												biconcavum
—	—	—	—	—	—	—	+	+				crenulatum
—	—	—	—	—	—	—	+					denticulatum
												Formica
—	—	—	—	—	—	+						laeve

Die Bayerischen

	Zugspitze 9094 F. I.	II.	III.	Fuss der Zugspitze Rainthal 4182 F.	Höllenthal 5000 F.	St. Anton 2300 F.	Eschenloher Moos 2000 F.	Vereinsalpe, Thalquelle 1.	Karwendelgebirg 4628 F. 2.	Lutter See 3200 F. 3.	Schmaler See 2900 F. 4.	Lauter See 3115 F. 5.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Lithostylidium obliquum	—	—	—	—	—	—	—	—	+			
Ossiculum	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ovatum	—	+										
quadratum	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—
Rhombus	—	+	—	—	—	—	—	+				
rude	+	+	+	+	+?	+	—	+	—	+	—	—
Serra	—	—	—	—	—	—	—	—	+			
Spathula	—	+										
spiriferum	+											
spinulosum	+	+										
unidendatum	—	—	—	—	—	—	—	+				
Spongolithis acicularis	—	+	+?	—	—	—	—	—	—	+	—	—
	6	9	5	2	2	3	2	4	3	4	2	—
Anguillula	—	—	—	—	+							
Seminulum reniforme	+	—	+									
Pollen Pini	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	
Parenchyma Pini	—	—	—	—	—	+						
Pilus laevis simplex	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
fasciculatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+		
ramosus	—	—	—	—	+							
Squamula scutellata	—	—	—	—	+							
Bractea navicularis	—	+	+									
Summe des Organischen: 133	13	14	11	10	12	12	9	26	12	35	5	7
Crystall-Prismen, weiss	—	+										
— — grün	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—
— -Tafel, weiss	+	+	+									
Glimmer	+											
Ganze Summe: 137	16	16	13	10	12	12	9	26	12	35	5	7

Alpen. (Fortsetzung.)

6. Ferchen See 3261 F.	7. Wilder See 3350 F.	8. Quelle am Hohen Kranzberge 3200 F.	9. Lache am Hohen Kranzberge 3100 F.	10. Fuss des Karwendels 2820 F.	11. Seinsberg, Bach 2830 F.	1. Scharnitz 2853 F.	2. Isar bei Mittenwald 2770 F.	3. Mittenwald Klamm 2770 F.	4. Partenkirchen 2150 F.	5. Weilheim 1700 F.	6. Starenberger See 1781 F.	
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
												Lithostylidium obliquum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+			Ossiculum
												ovatum
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	quadratum
												Rhombus
—	—	—	—	—	—	+	+	—	+			rude
												Serra
												Spathula
												spiriferum
												spinulosum
												unidentatum
+												Spongolithis acicularis
1	—	—	—	—	—	2	4	1	2	—	1	
												Anguillula
												Seminulum reniforme
—	—	—	—	—	—	—	—	—	+			Pollen Pini
												Parenchyma Pini
												Pilus laevis simplex
												fasciculatus
												ramosus
												Squamula scutellata
												Bractea navicularis
18	12	7	6	7	14	9	5	8	17	10	25	Summe des Organischen: 133
												Crystall-Prismen, weiss
—	—	—	+									— — grün
												— -Tafel, weiss
												Glimmer
18	12	7	7	7	14	9	5	8	17	10	25	Ganze Summe: 137

Zu bemerken ist, dass kein einziges Polythalamium in den Erden und Wasser-Absätzen dieser Kalk-Alpen vorgekommen ist. Der Kalk ist derber Stein oder ein unförmlicher Mulm, nirgends kreideartig organisch.

Ferner ist zu beachten, dass andere als die verzeichneten mikroskopischen Formen nirgends in diesen Oertlichkeiten vorgekommen, es ist in jeder der 3 Tabellen die ganze Summe des bei der jetzigen Sehkraft Erkennbaren und sie ist bei gleicher Vergrösserung beobachtet und beurtheilt, wie alle meine bisherigen Mittheilungen aus allen Ländern.

Die von mir benützte Vergrösserung beträgt nur 300mal im Durchmesser, ist Jedermann jetzt leicht zugänglich und wenn andere Beobachter auch neuerlich mit stärkeren Vergrösserungen weniger sehen, so liegt dies nicht an meinen besseren Instrumenten noch Augen, sondern lediglich an der Mühe und Sorgfalt nicht im Massenhaften, sondern im Einzelnen, mit welcher dergleichen Beobachtungen allein gelingen. Durch Behauptung von einfachen wandelbaren mikroskopischen Substanzen wird Niemand mehr das schon feststehende positive Wissen zurückschrauben, vielmehr jeder sich allein, früher oder später, Verdruss erwecken. Wieviel könnte seit 1830 schon geschehen sein, wenn die jungen Kräfte überall richtig geleitet worden wären! Gross, fast überall wesentlich eingreifend, nirgends fehlend war das kleine Leben.

DRITTER THEIL.

METEOROLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN

VON

HERMANN SCHLAGINTWEIT.

CAP. IX.

BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE TÄGLICHEN VERÄNDERUNGEN DER TEMPERATUR IN DEN HÖHEREN THEILEN DER ALPEN.[1]

INHALT.

I. Bemerkungen über die Instrumente.

Die Thermometer zur Bestimmung der Lufttemperatur waren von A. Greiner in München. Zur Bestimmung der Höhe aus dem Siedepunkte des Wassers benützen wir, wie S. 6 angegeben, ein Instrument von Fastré, das wir der Güte des Herrn Prof. Dove verdankten. Zur Beobachtung der Temperaturextreme wandten wir, wie früher, Rutherford'sche Thermometrographen an.[2]

1) Während in dem entsprechenden Capitel der früheren „Untersuchungen u. s. w. 1850" vorzüglich die mittleren Verhältnisse der Jahres- und Monatstemperaturen berücksichtiget wurden, versuchte ich hier speciell die täglichen Veränderungen der Wärme in den höheren Theilen der Alpen darzustellen. Die Mittheilung der neuen Beobachtungsstationen im Alpengebiete folgt im nächsten Capitel.

2) Die Maximumthermometer sind allerdings bei dem Transporte einer kleinen Zerrüttung leicht unterworfen, indem der Index in die Quecksilbersäule geräth, die ihn vor sich herschieben soll. Um dieses möglichst zu verhindern, endete in unseren Instrumenten der Quecksilberfaden in einem kleinen Hütchen von Glas, das fest an der Flüssigkeit adhaerirte.

Negretti und Zambra in London haben neuerdings einen anderen Thermometrographen für Maxima construirt (Cosmos. révue encycl. vol. III. p. 362). In dem Instrument von Negretti und Zambra, das bereits an mehreren Beobachtungsstationen in England eingeführt ist, bildet die Quecksilbersäule selbst den Index. Die Glasröhre ist etwas oberhalb der Kugel unter einem Winkel von 50° gebogen.

Die Nullpunkte der Instrumente wurden mehremale auch während der Reise bestimmt. Es geschah dieses theils um für das Thermobarometer die Correction genau zu kennen, da hier eine Veränderung des Nullpunktes um wenige Zehntel schon einen sehr merklichen Fehler in der Berechnung der Höhen ergeben würde, theils auch um 2 Thermometerpaare möglichst genau zu vergleichen. Diese dienten später zu einigen psychrometrischen Versuchen, bei welchen gleichzeitig der Wassergehalt der Luft direct durch einen Aspirator bestimmt wurde.[1]

Die Bestimmung des Nullpunktes wurde nicht im schmelzenden, kleingehauenen Eise, sondern in einem Gemische von Schnee und Wasser gemacht, da in dem ersteren die Thermometer gewöhnlich zu hoch stehen[2].

In der folgenden Tabelle sind die Correctionen der verschiedenen, mit Nummern bezeichneten, Thermometer enthalten, welche wir bei unseren Beobachtungen benützten; die Thermometer waren dabei bis an den Nullpunkt in den Schnee eingesenkt. Die Jahreszahl bei den Thermometern bezieht sich auf die Zeit des Ankaufes; doch waren auch die Thermometer von 1851 mehrere Monate früher angefertigt, als wir dieselben zu gebrauchen anfingen.

Die Correctionen sind bei den Temperaturangaben selbst bereits angebracht. Auch die Correctionen der Thermometrographen wurden bestimmt und bei den Ablesungen berücksichtigt. Da sie nur auf ganze Grade, einige auf $\frac{1}{2}$° getheilt waren, sind ihre Correctionen nicht in der folgenden Tabelle speciell angeführt. Bei der Bestimmung der Kälteextreme durch die Weingeistthermometer ist es nöthig zu berücksichtigen, dass häufig am oberen Ende der Röhre etwas Weingeistdampf sich condensirt, und dadurch bisweilen die Länge der Weingeistsäule um mehr als einen Grad verkürzt wird. Es gelingt leicht, durch kleine Erschütterungen nach der Ablesung diese getrennte Flüssigkeit mit der Säule zu vereinigen. Die nun hervorgebrachte Verlängerung derselben musste ebenfalls als positive Correctionen zu dem Stande des Index addirt werden.

Die Thermometer wurden in Berlin im Februar 1851 und Ende Januar 1852

Ein kleines Stückchen Glas, das vor der Biegung an diese Stelle in der Röhre gebracht wurde, erhielt nun dieselbe Krümmung. Wenn das Quecksilber sich ausdehnt, drängt es sich leicht an der gekrümmten Stelle zwischen dem Glasstücke und der inneren Wand der Röhre hindurch und gelangt in die horizontal gelegte getheilte Röhre. Dort behält sie ihren Maximumstand (abgesehen von der kleinen Verkürzung der Säule selbst), weil das Glasstückchen beim Zusammenziehen des Quecksilbers stets ein Abreissen des Fadens an dieser Stelle hervorbringt. Das Thermometer wird zu einer neuen Beobachtung vorbereitet, indem man es vertical stellt, wobei durch die Schwere der Säule der Widerstand an der gekrümmten Stelle überwunden wird. Dieser Thermometrograph, der auch von Herrn GLAISHER untersucht wurde, soll sehr genaue Angaben liefern und ist zugleich Zerrüttungen weniger unterworfen als die RUTHERFORD'schen Maxima.

1) Vergl. Cap. XII.

2) LAMONT fand, dass diese Differenz oft + $\frac{1}{2}$° beträgt, und dass die Nullpunkte der Thermometer der Mannheimer Gesellschaft alle etwas zu hoch bestimmt wurden.

in schmelzenden Schnee verglichen; der gleichzeitige Barometerstand war nahe 760 M. M. Die Nullpunktbestimmung auf der Vincenthütte, 9734 P. F., wurde am 8. September 1851 gemacht, der Barometerstand betrug nur 523 M. M.

Unmittelbar vor dem Beginne der Beobachtungen wurden die Thermometer in einem Gemenge von Eis und Wasser verglichen, in Bern am 4. August 1851, in München am 28. August 1852. Die gegenseitigen Unterschiede der Thermometer waren unverändert geblieben, mit Ausnahme von Nr. 36, für das sich, auf den wahren Nullpunkt reducirt, in Bern $-0{,}3$, in Berlin nur $-0{,}2$ als Correction ergab. Das Gemisch von Eis und Wasser stand in beiden Fällen, in München und in Bern, einige Zehntel über 0. Es sind desshalb die einzelnen Ablesungen von diesen Vergleichen nicht in der folgenden Tabelle speciell angeführt.

Bestimmung des Nullpunktes der Thermometer.

Thermometer.	Correctionen.		
	Berlin 1851.	Vincenthütte 1851.	Berlin 1852.
Greiner Nr. 8. Enthielt etwas Luft, um eine nach abwärts gerichtete Stellung des oberen Endes zu erlauben; es gehört zu dem Pouillet'schen Heliothermometer-Apparate. 1848. In $\frac{1}{5}$° getheilt.	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,6
Greiner Nr. 21. Es diente mit Nr. 22 als Psychrometer. 1848. In $\frac{1}{5}$° getheilt.	− 0,20	− 0,15	− 0,20
Greiner Nr. 22. In $\frac{1}{5}$° getheilt. Nach der Reise von 1851 (aber nicht während der Beobachtungen selbst) zeigte sich in der oberen Spitze des Rohres eine kleine Quantität Quecksilber, die durch Adhäsion dort festhielt, und weder durch Erschütterungen noch durch Hinauftreiben des übrigen Quecksilbers sich wieder vereinigen liess.	− 0,15	− 0,13	+ 0,61
Greiner Nr. 25. Ein Thermometer von − 5° bis + 20° C. Es war etwas weniger empfindlich als die übrigen Thermometer, weil es vorzugsweise zur Bestimmung der Quellentemperaturen diente. 1851. In $\frac{1}{5}$° getheilt.	− 0,40	− 0,35	− 0,40
Greiner Nr. 31. Reichte bis zum Siedepunkte. 1851. In $\frac{1}{5}$° getheilt. Wurde in Macugnaga zerbrochen.	− 0,23	—	—
Greiner Nr. 32. 1851. In $\frac{1}{10}$° getheilt. Dasselbe diente als unempfindliches Thermometer. Vergl. S. 185.	− 0,10	—	− 0,10

Thermometer.	Correctionen.		
	Berlin 1851.	Vincenthütte 1851.	Berlin 1852.
GREINER Nr. 33. Diente mit Nr. 34 als Psychrometer. 1851. In $\frac{1}{10}$° getheilt.	− 0,12	+ 0,05	− 0,12
GREINER Nr. 34. In $\frac{1}{10}$° getheilt.	− 0,10	+ 0,01	− 0,10
GREINER Nr. 36. Kleines Taschenthermometer von − 18 bis 30° C. 1851. In $\frac{1}{2}$° getheilt.	− 0,2	− 0,3	− 0,5
Therm. von FASTRÉ. Zur Bestimmung d. Siedepunktes. Mit willkührlicher Scala von 0 bis 163,6			
a. Vor dem Sieden	0	+ 0,17	0
b. Nach dem Sieden	+ 0,26	+ 0,32	+ 0,27

Die Versuche mit dem Thermometer FASTRÉ lassen erkennen, dass das Erhitzen des Thermometers bis zum Siedepunkte eine Ausdehnung des Glases hervorbringt, die sich erst allmählig wieder compensirt; nach mehrstündigem Verweilen in Schnee konnte ich bei empfindlichen Thermometern keine Veränderung des Nullpunktes mehr beobachten. In den oben angeführten Versuchen aber wurde das Instrument absichtlich unmittelbar nach der Siedepunkt-Bestimmung in den schmelzenden Schnee gebracht und rasch abgelesen, um das Maximum der Abweichung zu sehen.

Nach einigen Temperaturbestimmungen eines Frostgemisches von − 16° (bei den Beobachtungen über die Leitungsfähigkeit des Eises für Wärme) zeigte sich eine ganz analoge Abweichung, aber jetzt im entgegengesetzten Sinne, das Instrument wurde dabei rasch im Wasser von 60 bis 80 Grad gebracht und dort mit einem Thermometer verglichen, welches sich bereits längere Zeit in diesem heissen Wasser befand.

Der Einfluss des vorhergehenden Erwärmens auf die Nullpunktbestimmung ist auch von LAMONT beobachtet worden.[1]

Das Mannheimer Thermometer, welches zu den 50jährigen Beobachtungen am Peissenberge diente, stand.

1842. 30. Oct. in frisch gefallenen Schnee gelegt . . . . + 0,5° R.
bei Wiederholung des Versuches an demselben Tage . . . . . + 0,5
An demselben Tage zeigte das Thermometer im siedenden Wasser bei 317''' Barometerstand 78,6
Nach dem Sieden in Schnee gelegt . . . . + 0,25
1843. April in Schnee gelegt . . . . + 0,4

Für die Beobachtungen der Lufttemperatur, bei welcher verhältnissmässig nur

1) Beobachtungen am Hohenpeissenberge S. XV. Die Scala des Thermometers ist in ganze Grade getheilt.

geringe Aenderungen der Temperatur vorkommen, hat dieser Umstand wenig Einfluss; es könnte aber die Bestimmung der Fundamentalpunkte etwas ungenau werden, wenn z. B. der Nullpunkt nach vorhergegangener bedeutender Erwärmung bestimmt würde, etc.; bei thermobarometrischen Messungen, bei denen auch kleine Unterschiede der Temperatur nicht zu vernachlässigen sind, ist es daher auch nicht ganz ohne Einfluss, ob das Thermometer bei dem einen Versuche sehr lange, bei dem anderen sehr kurze Zeit in dem mit den Dämpfen des siedenden Wassers erfüllten Raume verweilt.

Die Zusammenstellung der Thermometervergleichungen zeigt noch sehr deutlich, dass auf der Vincenthütte, bei einem Luftdrucke von 523 M. M., die meisten Thermometer, besonders jenes von Fastré, das ein viel grösseres Quecksilbergefäss hatte als die übrigen, tiefer standen als in Berlin; auf der Vincenthütte waren die positiven Correctionen grösser geworden, die negativen kleiner oder selbst positiv.[1]

In Folge der Verminderung des Luftdruckes dehnt sich die Kugel aus, und erhält also eine etwas grössere Capacität, wodurch nothwendig der Stand des Instrumentes bei gleicher Temperatur ein wenig erniedrigt wird.

Es ist leicht, sich direct davon zu überzeugen, dass der Stand eines Thermometers durch eine kleine Compression der Kugel merklich erhöht werden kann; klemmt man zwischen die Finger und die Thermometerkugel 2 Eisstückchen, die man etwa vorher durch Abschmelzen etwas concav gemacht hat, so kann man sehr deutlich sehen, wie bei einem ganz geringen Drucke die Säule steigt, besonders bei empfindlichen Thermometern, bei denen der Durchmesser der Röhre sehr klein gegen den Inhalt der Kugel ist.

Da der Luftdruck bei 760 M. M. Barometerstand 1,03 Kilogrm. auf den Quadratcentimeter beträgt, bei 523 M M. nur 0,71, so lässt sich daraus wohl erklären, dass der Nullpunkt im letzteren Falle niedriger steht; es wird zugleich der Einfluss des veränderten Luftdruckes auf verschiedene Thermometer ungleich sein; er hängt ab von der Gestalt und Grösse des Quecksilbergefässes, und von dessen Raumverhältnissen im Vergleiche zum Durchmesser der Röhre.

Es ist diese Ausdehnung der Kugel und die damit verbundene Erniedrigung des Nullpunktes ganz analog der Erhöhung durch Compression, welche der Nullpunkt erfährt, wenn über dem Thermometer eine Wasserschicht sich befindet. Der Unterschied von 760 bis 532 M. M., also von etwas mehr als dem drit-

1) Durch die Vermehrung des Druckes wird der Schmelzpunkt des Eises niedriger, wie Thomson bei seinen Versuchen über den Einfluss des Druckes auf den Gefrierpunkt des Wassers nachgewiesen hat. Phil. Magaz. August 1850 p. 123. Es müssten also in Folge davon die Nullpunkte, an hohen Punkten untersucht, nicht zu niedrig, sondern etwas zu hoch erscheinen. Doch ist dieser Umstand für die obigen Thermometervergleichungen ganz ohne Einfluss. Erst bei einer Vermehrung des Druckes bis zu 8 Atmosphären beobachtete Thomson an einem sehr empfindlichen Schwefelätherthermometer eine Erniedrigung des Gefrierpunktes um $\frac{1}{10}$° F. = $\frac{1}{18}$° C.

ten Theile der Atmosphäre dem Drucke nach, würde im entgegengesetzten Sinne dem Drucke einer Wasserschicht von 10 bis 11 Fuss entsprechen.

Die Kugel- oder Cylinderform des Gefässes trägt wesentlich dazu bei, den Einfluss des veränderten Luftdruckes zu vermindern. Thermometer mit plattgedrückten Gefässen müssen ähnlichen Störungen noch weit mehr ausgesetzt sein.

Ich hatte Gelegenheit bei Herrn J. G. Greiner in Berlin ein solches Instrument zu sehen, das zu physiologischen Beobachtungen (Einführung in Wunden etc.) dienen sollte. Das Quecksilberreservoir hatte nahezu die Form eines sehr flachen, verticalgestellten Cylinders mit fast ebenen Endflächen. Dieses Thermometer zeigte bei der geringsten Veränderung des Druckes auf die verticalen Flächen so grosse Differenzen, dass diese Form für empfindliche Thermometer mit der gewöhnlichen Dicke der Glaswand sich als unbrauchbar zeigte.

Um die Ablesungen auf der Vincenthütte mit directen Beobachtungen unter der Luftpumpe zu vergleichen, wurde folgender Versuch gemacht. (Berlin 31. Mai 1852). Ein ziemlich hohes cylindrisches Glas, hoch genug um die Thermometer bis nahe an den Nullpunkt einsenken zu können, war mit möglichst kleinen Fragmenten von Eis (und etwas Wasser) angefüllt, und unter den Recipienten einer Luftpumpe gebracht. Um eine Abkühlung des Wassers durch Verdunstung zu hindern, war eine dünne Oelschicht darüber gegossen. Die 3 benützten Thermometer waren absichtlich solche, deren Grösse und Empfindlichkeit ungleich war.

Veränderung des Nullpunktes der Thermometer unter der Luftpumpe.

1. Vor dem Auspumpen. Barometerstand nahe 760 M. M.

Bezeichnung der Thermometer.	Wahrer Nullpunkt.	Stand im Gefässe unter der Glocke der Luftpumpe. a	Temperatur des Gemisches von Eis und Wasser.
Nr. 21	+ 0,20° C.	+ 0,22° C.	
Nr. 25	+ 0,40	+ 0,41	+ 0,02° C.
Nr. 33	+ 0,12	+ 0,15	

a) Mit dieser Temperatur ist im Folgenden immer der Stand der Thermometer verglichen.

2. Nach raschem Auspumpen der Luft; die Barometerprobe stand auf 9 Millimeter.

Th. Nr. 21 stand auf + 0,0° C.; war gefallen um 0,22° C.

„ Nr. 25 konnte wegen seiner veränderten Stellung nicht abgelesen werden.

„ Nr. 33 stand auf — 0,08° C.; war gefallen um 0,23° C.

3. Nach raschem Zutritte der Luft.

Th. Nr. 21 stand auf 0,02° C.; war noch zu tief um 0,20° C.

„ Nr. 25 — —

„ Nr. 33 „ 0,01° C.; „ „ 0,14° C.

4. Nach wiederholter Verdünnung bis auf 5 Millimeter.

Th.	Nr. 21	stand auf	0,0° C.;	war gefallen um	0,22° C.
„	Nr. 25	„	+ 0,22° C.;	„ „	0,19° C.
„	Nr. 33	„	− 0,06° C.;	„ „	0,21° C.

5. Ablesung ½ Stunde nach dem Eintritte der Luft in den Recipienten.

Th.	Nr. 21	stand auf	+ 0,20	Der Unterschied, den Nr. 33 von der Anfangstemperatur zeigte, war eine Viertelstunde später ebenfalls verschwunden.
„	Nr. 25	„	+ 0,40	
„	Nr. 33	„	+ 0,10	

Die Grösse, um welche die einzelnen Thermometer fielen, war also nahe 2 Zehntel; auch folgte, wie Ablesung 3 (und Ables. 5 für Nr. 33) zeigten, die Rückkehr zum ursprünglichen Volumen nicht unmittelbar dem Zutritte der Luft, sondern fand erst allmählig statt.

Je grösser das Quecksilbergefäss des Thermometers ist, desto merklicher muss auch unter übrigens gleichen Umständen der Einfluss des veränderten Luftdruckes sein.

Die Thermometer zur Bestimmung der Höhe aus dem Siedepunkte haben nun vorzugsweise grosse Gefässe; auch war, wie die Tabelle S. 274 erkennen lässt, die Veränderung des Nullpunktes auf der Vincenthütte für das Thermometer FASTRÉ am grössten; sie betrug dort 0,17° C. M. Da nun 0,05° C. Unterschied bei einer Siedetemperatur von 90° C. einem Unterschiede des Druckes am Barometer von 1 M. M. entsprechen, so war es sehr nothwendig, wie S. 6 erwähnt, an hohen Punkten den Nullpunkt direct zu bestimmen und die dort resultirende Correction an den Siedepunkt anzubringen.

Die Uebereinstimmung der auf diese Weise berechneten Angaben der willkührlichen Scala mit dem direct beobachteten Luftdruck scheint ebenfalls dieses Verfahren zu bestätigen.[1]

II. Beobachtungsreihen.

Beobachtungen auf der Vincenthütte. 3 bis 16. Sept. 1851.

Die Beobachtungen auf der Vincenthütte wurden täglich von 6^h a. m. bis 10^h p. m. in einem Abstande von 2 Stunden gemacht. Das Minimum der Nacht wurde bei der ersten Morgenbeobachtung um 6^h a. m. an einem Weingeistthermometrographen abgelesen. Einige Male bestimmten wir auch die Lufttemperatur um 5 Uhr Morgens, am 10. Sept., da wir wegen der grossen Kälte ohnehin nur wenig schliefen, um halb 4 Uhr Morgens. Der Thermometrograph wurde erst nach der Beobachtung um 10 Uhr Abends aufgestellt; er war vor directer Ausstrahlung geschützt,

1) Vergleiche Tabelle S. 7.

indem er in einer kurzen aus Steinen zusammengestellten Höhlung von 1 Fuss Länge und $\frac{3}{4}'$ Weite horizontal aufgehangen war.

Die Hütte selbst, vergl. Taf. X Fig. 2, liegt hart am Rande von steilen sehr hohen Wänden; die nächsten nicht sehr bedeutenden Erhebungen sind der Stollenberg im Norden, das Corno del Camozzo im Süden; gegen Westen ist der schmale Kamm, der das Firnmeer des Indrengletschers von jenem des Emboursgletschers trennt, ein wenig breiter. Es sind dort die zerrissenen, ziemlich schneefreien Felsengruppen, welche auf Tafel XV Fig. 2 dargestellt sind.

Die zunächst liegenden Gletscher und Firnmeere befanden sich demnach etwas tiefer als dieser Kamm selbst; in etwas grösserer Entfernung aber trifft man, besonders in der Richtung nach dem Monte-Rosa und dem Lyskamm, grosse Firnmeere und schneebedeckte Abhänge, welche die Vincenthütte überragen.

Um die fehlenden Stunden der Nacht durch Interpolation zu ergänzen, wurde die Zeit des Eintrittes des Minimums um 2^h angenommen. Gewöhnlich, nämlich an tieferen Punkten, liegt zwar das Minimum der Zeit des Sonnenaufganges näher. Allein für die Vincenthütte liessen schon die niedrigen Temperaturen in der zweiten Tageshälfte, ferner die ziemlich grosse Differenz zwischen dem Minimumthermometer und der Temperatur um 6^h Morgens erkennen, dass für die Zeit des Eintrittes der grössten Kälte eher 2^h a. m. als 4^h a. m. angenommen werden musste. Auch einzelne sehr frühe Morgenbeobachtungen, besonders jene am 10. September, scheinen diese Annahme direct zu bestätigen. Unter den Tagesbeobachtungen sind jene vom 12. September, die durch Klammern bezeichnet sind, interpolirt; wir waren an dem Tage, an dem wir auf die Vincentpyramide gingen, beide von der Hütte abwesend; das Maximum war an einem Thermometrographen abgelesen. Ferner sind durch Klammern die interpolirten Temperaturen vom 2. September Morgens und vom 16. September Abends als solche bezeichnet.

In den letzten 5 Spalten der folgenden Tabelle sind zugleich die Windesrichtung und die allgemeinen Witterungsverhältnisse mitgetheilt.

(Vergl. die nebenstehende Tabelle.)

Um den Gang der Lufttemperatur genauer zu bestimmen und zugleich für die ungeraden Stunden die Wärme zu erhalten, versuchte ich die Temperaturcurve durch den Ausdruck $t=T+a\,sin(\mu+\alpha)+b\,sin(2\mu+\beta)+c\,sin(3\mu+\gamma)+\ldots$ darzustellen, wobei μ den Stundenwinkel der Sonne bezeichnet, vom Mittage an bis zum Mittage des folgenden Tages gerechnet, t die Temperatur der betreffenden Stunde. Die Constanten T, a, b, c, α, β, γ, wurden nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. (T wird dabei bekanntlich gleich der mittleren Tagestemperatur). Für die Berechnung der Constanten[1] wurden einstündige Beobachtungen angenommen, indem die Temperaturen für die ungeraden Stunden durch Interpolation ergänzt wurden.

Für die Constanten ergaben sich folgende Werthe:

$$\begin{aligned} t = 0{,}29 &+ 3{,}948\; sin\,(\mu + 77°55') \\ &+ 0{,}4108\; sin\,(2\mu + 241°12') \\ &+ 0{,}047\; sin\,(3\mu + 357°55') \end{aligned}$$

Die nach dieser Formel berechneten Stundenmittel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; die Werthe der letzten Spalte für die Stunden 0, 2, 4 ... sind die Abweichungen der directen Beobachtungen von den berechneten.

---

1) Werden die Stunden vom Mittage an mit 0, 1, 2 .. 23 bezeichnet, so erhält man zur Bestimmung der Constanten folgende Endgleichungen:

$$\begin{aligned} 12\,a\,sin\,\alpha = &(1-11-13+23)\,cos\,15° \\ &+(2-10-14+22)\,cos\,30° \\ &+(3-9-15+21)\,cos\,45° \\ &+(4-8-16+20)\,cos\,60° \\ &+(5-7-17+19)\,cos\,75° \\ &+0-12 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12\,a\,cos\,\alpha = &(1+11-13-23)\,sin\,15° \\ &+(2+10-14\;\;22)\,sin\,30° \\ &+(3+9-15-21)\,sin\,45° \\ &+(4+8-16\;\;20)\,sin\,60° \\ &+(5+7-17-19)\,sin\,75° \\ &+6-18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12\,b\,sin\,\beta = &(1-5-7+11+13-17-19+23)\,cos\,30° \\ &+(2-4-8+10+14-16-20+22)\,cos\,60° \\ &+0-6+12-18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12\,b\,cos\,\beta = &(1+5-7-11+13+17-19-23)\,sin\,30° \\ &+(2+4-8-10+14+16-20-22)\,sin\,60° \\ &+3-9+15-21 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12\,c\,sin\,\gamma = &(1-3-5+7+9-11-13+15+17-19-21+23)\,cos\,45° \\ &+0-4+8-12+16-20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 12\,c\,cos\,\gamma = &(1+3-5-7+9+11-13-15+17+19-21-23)\,sin\,45° \\ &+2-6+10-14+18-22 \end{aligned}$$

Vergl. KAEMTZ Meteor. I. S. 68, CARLINI Sulla leggo delle variazioni orarie del barometro Modena 1828 und die schöne Abhandlung von BRAVAIS: Sur la manière de représenter les variations diurnes ou annuelles des éléments météorologiques par des séries trigonométriques. Voyages en Scandinavie etc. publiés par GAIMARD. II. p. 291—333.

Berechneter Temperaturgang: Vincenthütte.

Stunde.	Berechnet. (a)	Variat.	Beobachtet. (b)	Unterschied (a — b)
		+ 0,17		
0	+ 3,74		3,67	+ 0,07
		+ 0,06		
1h p. m.	3,80			
		— 0,10		
2	3,70		3,89	— 0,19
		— 0,26		
3	3,44			
		— 0,44		
4	3,00		3,19	— 0,19
		— 0,67		
5	2,33			
		— 0,85		
6	1,48		1,23	+ 0,25
		— 1,01		
7	0,47			
		— 1,09		
8	— 0,62		— 0,48	— 0,14
		— 1,07		
9	— 1,69			
		— 0,96		
10	— 2,65		— 2,45	— 0,20
		— 0,76		
11	— 3,41			
		— 0,47		
12	— 3,88		— 3,84	— 0,04
		— 0,16		
13	— 4,04			
		+ 0,22		
14	— 3,82		— 3,98	+ 0,16
		+ 0,56		
15	— 3,26			
		+ 0,84		
16	— 2,42		— 2,64	+ 0,22
		+ 0,99		
17	— 1,43			
		+ 1,25		
18	— 0,18		0,07	— 0,25
		+ 1,11		
19	+ 0,93			
		+ 0,97		
20	1,90		1,76	+ 0,14
		+ 0,71		
21	2,67			
		+ 0,54		
22	3,21		3,04	+ 0,17
		+ 0,36		
23	3,57			
Mittel	0,29		0,29	

Ich theile hier zugleich einige Bemerkungen über die correspondirenden Beobachtungen am St. Bernhard und in Turin mit.

Die Beobachtungen am St. Bernhard waren von 2 zu 2 Stunden von 6^h Morgens bis 10^h Abends angestellt. Das Mittel für den 3. bis 16. September, den Beobachtungen auf der Vincenthütte entsprechend, beträgt 2,7° C.; das Mittel für den ganzen Monat September, aus vieljährigen Beobachtungen von PLANTAMOUR abgeleitet, 3,00° C.[1] Da zugleich die, bereits S. 45 angeführten Stundenmittel der Temperatur der geraden Stunden sehr wenig von den vieljährigen Werthen für den Monat September abweicht, so zog ich es vor, diese letzteren mit den Temperaturen der Vincenthütte zu vergleichen. Die Höhe der Instrumente ist 2473 M. 7613 P. F.

Temperaturgang am St. Bernhard.

(Wahre Mittel für den Monat September.)

Stunde.	Temp. C.	Stunde.	Temp. C.
1^h a. m.	1,79	1^h p. m.	5,03
2	1,54	2	4,95
3	1,33	3	4,69
4	1,24	4	4,31
5	1,31	5	3,88
6	1,58	6	3,48
7	2,04	7	3,14
8	2,64	8	2,87
9	3,32	9	2,66
10	3,98	10	2,47
11	4,53	11	2,28
12^h	4,89	12^h	2,05

Mittel des Sept. = 3,00° C. Max. $1^h\ 7' = 5{,}03°$ C. Min. $4^h\ 8'$ a. m. = 1,24° C.

Die Berechnung der Stundenmittel für Turin beruht theils auf den S. 64 mitgetheilten 3stündigen Beobachtungen, angestellt von Herrn CANTU, theils auf einigen Beobachtungen zu verschiedenen Stunden mehrmals am Tage, die Herr VON PLANA auf unsere Bitte vom 1. September ab, machte.

1) Ich entlehne diese Angabe und die folgenden Stundenmittel Herrn PLANTAMOUR's Résumé des observations thermométriques et barométriques faites à l'observatoire de Genève et au Grand St. Bernard. Genève 1851. In dieser ebenso geistreichen als sorgfältigen Abhandlung sind nicht nur die mittleren Werthe der meteorologischen Elemente berechnet, sondern es sind zugleich sehr treffende Bemerkungen über die Art und die Grösse der localen Einflüsse damit verbunden.

Ich bestimmte zuerst das Tagesmittel, wobei zur Vergleichung die CHIMINELLI'schen Beobachtungen zu Grunde gelegt, und die Correctionen den Temperaturdifferenzen proportional gesetzt wurden.[1] Ich erhielt als Mittel vom 3. bis 16. Sept. 17,5° C.[2], das wahre Mittel für den ganzen September beträgt nach DOVE's Temperaturtafeln 17,97° C. (14,38° R.)

Den Gang der Temperatur, zur Vergleichung mit jenem auf der Vincenthütte für je 2 Stunden, berechnete ich, wenn t_n oder t_{n+12} beobachtet war, nach der Formel

$$t_n + t_{n+12} = 2T + m$$

wobei t_n und t_{n+12} die Temperatur an 2 homonymen Stunden, T die bereits gefundene mittlere Tagestemperatur und m eine aus den CHIMINELLI'schen Beobachtungen abgeleitete variable Correction ist.

Die Temperaturen für 6^h u. 8^h a. und p. m. wurden interpolirt, dafür diese Stunden sowohl Abends als Morgens die Beobachtungen fehlten.

Die Instrumente des Herrn CANTU befanden sich im Thurme der alten Sternwarte, jene des Herrn VON PLANA in dem Thurme der neuen Sternwarte. Der Höhenunterschied beträgt wenige Fuss. Die absolute Höhe ist 273 M. 840,4 P. F.

Turin 273 M. 840,4 P. F.

Stundenmittel vom 3. bis 16. Sept. 1851.

Stunde.	Temp. C.	Var.	Stunde.	Temp. C.	Var.
2^h a. m.	14,7		2^h p. m.	21,5	
		− 0,9			− 0,2
4^h „	13,8		4^h „	21,3	
		+ 0,4			− 1,4
6^h „	14,2		6^h „	19,9	
		+ 2,1			− 2,0
8^h „	16,3		8^h „	17,9	
		+ 2,7			− 1,9
10^h „	19,0		10^h „	16,0	
		+ 2,1			− 1,1
12^h „	21,1		12^h „	14,9	
		+ 0,4			− 0,2

Mittlere Temperatur 17,6. Max. 2^h 30′ 21,6. Min. 5^h 13,2.

Matterjoch oder St. Theodulpass.

Die örtlichen Verhältnisse dieses Punktes sind bereits S. 83 mitgetheilt; für die Temperaturverhältnisse dürfte als einflussreich vorzüglich hervorgehoben werden, dass die Beobachtungsstelle eine kleine Firninsel bildet, die gewöhnlich 1 bis 2 Monate

1) Nach dem von SCHOUW angegebenen Verfahren Climat de l'Italie S. 64. Vergl. auch Padua Cap. X, 1.

2) Das Mittel aus den berechneten 2stündigen Beobachtungen ergab 17,6° C.

nur wenig mit Schnee bedeckt ist. In ungünstigen Jahren soll es jedoch auch vorkommen, dass der Schnee nur an den steilsten Stellen verschwindet.

Die Instrumente wurden durch eine kleine Steinwand, an deren Nordseite sie befestigt waren, vor directer Besonnung geschützt. Der Abstand vom Boden betrug 3 Fuss, die Entfernung der Thermometer von der Wand $1\frac{1}{2}$ Fuss.

Beobachtungen auf dem Matterjoch oder St. Theodulpass. 3365 M. 10359 P. F.

1851.		Temperatur. C.			Wind- und Witterungsverhältnisse.	
		Matterjoch.	St. Bernhard.	Turin.	Matterjoch.	Turin.
27. Aug.	2^h p. m.	1,1	7,3	25,9	Nachmittags Ost-Nord-Ost-Wind, Abends ruhig und ziemlich rein.	Mittags West-Süd-W.-Wind, später mehr Südwest. Heiter, etwas Dünste am Horizonte.
	4^h „	1,6	6,3	23,0		
	6^h „	−0,1	6,0	22,0		
	8^h „	−2,0	4,7	21,6		
	Minim.	−3,5				
28. Aug.	6^h a. m.	1,5	5,8	15,0	Nachts 27/28 sehr heftiger S.S.O.Sturm mit Schneefall, Morgens rein u. ruhiger, Mittags sehr heftiger S.-W.Sturm und sehr rasch vorüberziehende Wolken; kein beständiger Nebel. Abends ruhiger.	Morgens O.N.O., Mittags N.N.O, Nachmittags 3^h N.N.W., Morgens Schäfchenwolken in gr. Höhe, Mittags halb bewölkt, Abends ziemlich bewölkt.
	8^h „	3,1	9,3	18,1		
	10^h „	2,0	9,8	20,0		
	12^h	2,1	10,5	23,0		
	2^h p. m.	3,1	10,0	26,0		
	4^h „	1,1	8,7	24,6		
	6^h „	0,1	7,4	22,5		
	8^h	−3,2	1,3	20,0		
	Minim.	−8,1				
29. Aug.	6^h a. m.	−3,6	−1,2	18,0	Nachts ziemlich rein; Morgens sehr feuchter, feiner Schneefall; kein Nebel, fast Windstille. Mitt. S.O. (Ab. Schnee u. Nebel).	Morgens und Mittags Westwind, Abds. N.O., Morgens und Mittags etwas Dünste, windig. Nachmitt. heiter, Abds. Wind.
	8^h „	−3,0	−1,3	21,0		
	10^h „	−4,1	−2,0	21,6		
	12^h „	0,0	−0,3	22,0		
	2^h p. m.	−1,1	−1,5	22,9		

Beobachtungen am Grossen Plateau (Mont-Blanc), in Chamouni und in Genf.

Die interessante Beobachtungsreihe am grossen Plateau und die correspondirenden Temperaturen in Chamouni sind dem Annuaire météorologique de la France 2me année entlehnt. Die Beobachtungen am grossen Plateau wurden von den Herren B. Bravais und Ch. Martins gemacht, jene in Chamouni von C. Bravais.

In Chamouni waren 2 Reihen von Temperaturen im Schatten angegeben, die einen wurden an einem befestigten Thermometer abgelesen, die anderen an einem

Thermometer, das zuerst rasch bewegt war. Da die letztere Reihe, die übrigens die Temperatur um einige Zehntel höher ergiebt, die vollständigere ist, wurde diese in die Tabelle aufgenommen. Nur die Beobachtung für 2^h a. m. ist interpolirt.

Das grosse Plateau[1] ist eine Firnmulde, die sich am Fusse der obersten Pyramide des Mont-Blanc befindet; die geographischen Positionen sind:

Nördl. Breite 45° 51′
Oestl. Länge 4° 51′ von Paris,
Höhe 3930 M. = (12098,3) = 12100 P. F.

Die Neigung des Firnes in dieser Mulde ist sehr gering und beträgt nur 8°. Nach Norden ist sie gegen Chamouni geöffnet, aber in allen anderen Richtungen befinden sich hohe, schneebedeckte Gipfel oder granitische Nadeln bis zu einer Winkelhöhe von 20 bis 30°.

Der Durchmesser der Mulde in der Richtung von Norden nach Süden beträgt an 500 Meter.

Das Zelt und die metereologischen Instrumente befanden sich etwa 50 Meter vom nördlichen (unteren) Rande entfernt.

Die Höhe von Chamouni ist an der Brücke über die Arve 1042 M· 3208 P. F.; Vergl. S. 52,53. No. 149.

In der Original-Mittheilung dieser Beobachtungen sind nur die einzelnen Ablesungen enthalten.

Um das grosse Plateau mit Chamouni und Genf directer vergleichen zu können, habe ich versucht in der Zeile „corrigirte Stundenmittel“ jene Zahlen mitzutheilen, die man erhält, wenn man die fehlenden Beobachtungsstunden mit Berücksichtigung der Temperaturveränderungen in Genf und Chamouni interpolirt.

Beobachtungen auf dem Grossen Plateau (Montblanc). 3930 M. 12100 P. F.

a. Temperatur der Luft. ° C.

1 8 4 4.	2^h a. m.	4^h	6^h	8^h	10^h	12^h	2^h p. m.	4^h	6^h	8^h	10^h	12^h
28. Aug.	—	—	—	—	—	− 1,0	− 2,0	− 5,8	− 5,6	− 6,4	− 6,5	− 5,5
29. „	− 5,9	− 5,3	− 6,4	− 3,3	− 0,7	—	—	—	—	—	—	− 7,1
30. „	− 7,8	− 7,3	− 7,5	− 4,6	− 2,8	− 2,3	− 2,1	− 5,0	− 5,0	− 5,9	− 5,8	− 8,0
31. „	− 5,2	− 6,0	− 6,9	− 4,1	− 5,2	− 1,5	− 1,5	− 3,2	− 4,7	− 5,8	− 5,0	− 5,2
1. Sept.	—	− 5,9	− 3,9	− 3,2	− 2,0	− 1,5	—	—	—	—	—	—
Stundenmitt.	− 5,6	− 6,1	− 6,2	− 3,8	− 2,2	− 1,6	− 1,9	− 4,7	− 5,1	− 6,0	− 5,8	− 6,5
Tagesmitt. − 4,6° C.												
Corr. St.mittel	− 6,3	− 6,1	− 6,2	− 3,8	− 2,2	− 1,6	− 1,9	− 2,3	− 3,9	− 5,3	− 5,8	− 6,5
Corr. Tagesmittel − 4,3° C.												

1) Die Angabe über die Localität ist BRAVAIS und MARTINS Bericht entlehnt. a. a. O. S. 131.

b. Wind- und Witterungsverhältnisse.

28. Aug. Nordwind um 4h p. m., dann S.W. Rein. Einige Cirri in grosser Höhe.

29. „ Nordwind, später N.W., Nachts S. Sehr heiter. Abends hohe Cumulus. Nachts ganz rein.

30. „ Morgens 4h S. und einige Cirrus. Den ganzen Tag windstill und sehr heiter; hohe einzelne Cumulus gegen Norden; Nachts sehr leichte Cirrus am ganzen Himmel bei Nordwind.

31. „ Nord bis 10h. Auch der Schnee, der auf den Gipfeln aufwirbelte, wurde nach Süden getrieben, von 10h ab leichter N.O., Mitttags windstill. Den ganzen Tag sehr schön und rein. Abends Wolken im Thale; um 6h N.N.O.

1. Sept. Morgens windstill und rein, 8h N.W., 10h NO. Auf dem Gipfel des Montblanc Cirrus, die gegen Mittag dicker werden.

Gleichzeitige Beobachtungen in Chamouni. 1042 M. 3208 P. F. ° C.

1844.	2h a.m.	4h	6h	8h	10h	12h	2h p.m.	4h	6h	8h	10h	12h
28. Aug.	—	—	—	—	—	17,4	19,5	19,0	14,3	11,5	8,7	7,0
29. „	—	4,3	4,0	7,9	15,0	18,2	18,4	18,0	14,7	12,5	7,2	7,6
30. „	—	4,2	4,0	8,5	15,4	18,3	19,0	19,3	15,5	11,0	8,9	7,0
31. „	—	5,2	4,1	6,7	15,5	17,0	16,9	18,1	13,9	11,9	12,4	8,9
1. Sept.	—	5,1	4,6	6,0	13,4	—	—	—	—	—	—	—
Stundenmitt.	(6,17)	4,70	4,18	7,28	14,83	17,72	18,45	18,60	14,60	11,73	9,55	7,63

Tagesmittel 11,29° C.

Gleichzeitige Beobachtungen in Genf. 407 M. 1253 P. F. ° C.

1844.	2h	4h	6h	8h	10h	12h	2h	4h	6h	8h	10h	12h
28. Aug.	—	—	—	—	—	17,4	19,4	19,7	18,3	16,5	14,7	12,1
29. „	(9,5)	6,9	9,3	14,0	15,9	17,2	19,3	19,3	19,1	16,5	13,2	12,2
30. „	(10,3)	8,5	11,9	13,4	16,0	17,1	18,7	19,6	17,8	16,7	13,9	12,1
31. „	(11,0)	9,9	12,2	14,0	16,2	17,4	19,2	19,2	17,9	16,3	13,7	10,8
1. Sept.	(10,4)	10,0	8,2	13,5	15,5	17,3	18,6	19,0	17,6	16,4	15,9	14,1
Stundenmitt.	(10,30)	8,83	10,15	13,73	15,90	17,30	19,04	19,36	18,14	16,48	14,28	12,36

Tagesmittel 14,66° C.

Witterungsbemerkungen in Genf.

28. Aug. Morgens windstill, dann Nordost. Sonne und Dünste Mittags.

29. u. 30. „ Nordost. Sonne. Mittags Wolken.

31. „ Nordost Rein. 1. Sept. N.-O. Rein. Dünste.

Beobachtungen am Col du Géant.

Saussure[1] bestimmte während seines Aufenthaltes am Col du Géant, vom 3. bis 19. Juli 1788 die Temperatur der Luft von 2 zu 2 Stunden von 4^h Morgens bis Mitternacht. Die Temperatur um 2^h a. m. ist durch Interpolation gefunden.

Der Felsenkamm, auf dem die kleine Hütte und die beiden Zelte Saussure's standen, befindet sich zwischen den Firnmulden des Glacier du Mont Freti und des Glacier d'Entrèves auf der südlichen, und den Firnmeeren des Glacier du Tacul auf der nördlichen Seite. Der letztere ist die oestliche Hälfte des Mer de Glace.

Die Höhe des Col du Géant[2] ist nach Saussure[3] 3428,12 M. 10553,3 P. F., nach Forbes 3397,3 M. 10458,3 P. F, Mittel 3413 M. 10506 P. F.

Der Gipfel des Montblanc ist vom Col du Géant 2692 Toisen, die Aiguille du Géant 1548 Toisen entfernt.

Die folgende Tabelle enthält die Temperatur am Col du Géant, in Chamouni und in Genf.

Die Extreme während der Beobachtungsperiode waren am Col:

Minimum 6. Juli 7^h p. m. −2,75° C.
Maximum 15. „ 12^h „ +10,25° C.

Beobachtungen Saussure's am Col du Géant u. s. w.

Stunden.	Col du Géant. 10506.	Chamouni. 3208.	Genf. 1253.
Mn.	+1,0	14,0	18,6
2^h a. m.	0,8	12,9	16,7
4 „	0,6	11,8	14,9
6 „	2,4	12,7	17,9
8 „	3,6	18,5	20,5
10 „	4,7	21,8	23,5
Mg.	5,6	24,4	26,0
2^h p. m.	5,9	23,8	27,5
4 „	4,5	22,4	25,9
6 „	3,0	20,0	24,4
8 „	1,7	18,0	22,8
10 „	1,4	15,1	20,6
Mittel	2,9	18,0	21,6

1) Vergl. Saussure Voyages IV. § 2025 u. folg.

2) Der Name Col du Géant ist von Saussure gegeben, vor ihm hiess er Col du Tacul. IV. p. 219.

3) Diese Zahl ist jene, welche Decandolle mittheilt, der sie wegen des neuerdings genauer bestimmten Niveaus des Genfersees etwas corrigirte. Vergl. Hypsom. Env. Genève.

Beobachtungen in Graubündten.

Die folgenden Beobachtungen auf dem Scessaplanagipfel und auf dem Calanda sind in ESCHMANN's „Trigonometrisch bestimmten Höhen der Schweiz" Seite 235 enthalten.

Scessaplana, an der Grenze von Graubündten und Vorarlberg, auf der rechten Seite des Prättigau, liegt bei 47° 3' 16" N. Br., 7° 2' 20" Oestl. Länge von Paris, Höhe des Beobachtungspunktes 2967,86 M. = 9136,4 P. F.

Der Calanda, auf der rechten Seite des Taminathales etwas oberhalb Päffers, liegt an der Grenze zwischen Graubündten und St. Gallen bei 46° 54' 2" N. Br., 7° 7' 55" Oestl. Länge, Höhe 2807,82 M. = 8643,7 P. F.

Die Beobachtungen wurden an beiden Punkten im Sommer 1830 vom Oberst-Lieutenant BUCHWALDER gemacht. Die correspondirenden Beobachtungen in Zürich sind von HORNER. Die Temperatur ist in den folgenden Tabellen, wie im Originale in Réaumur'schen Graden angegeben.

Zur Bestimmung der Mittel, die dort nicht berechnet sind, mussten die mit einem Sternchen bezeichneten Beobachtungen sowohl an den beiden oberen Stationen als in Zürich eine kleine Correction erhalten, da sie nicht zu den gewöhnlichen Stunden gemacht waren. Für Scessaplana und Calanda sind die Originalangaben in der Witterungsspalte beigefügt. Die mittlere Höhe der Schneegrenze in diesem Theile der Alpen liegt bei 8300 bis 8400 P. F.

A. Beobachtungen auf dem Scessaplanagipfel, 2967,9 M. 9136. P. F. ° Réaum.

1830.		6h a. m.	9h	12h	3h p. m.	6h	9h	Bemerkungen.
Juni	2.	—	—	—	—	2,3	0,5	
„	3.	0,5	4,7	4,8	4,6	2,5	—	6h a. m. heftiger Wind.
„	4.	−0,5	—	—	—	—	—	
Juli	22.	—	—	8,8	6,2	6,5	2,8*	12h Nebel (8h 30' p. m. = 3,1° R.).
„	23.	2,5	4,4	7,6	11,3	7,5	2,6*	(4h a. m. = 1,3° R.) 6h Nebel, 12h Windstille, 8h 30' p. m. = 3,0° R.
„	24.	2,0	8,4	10,4	9,3	4,0	1,9*	12h Gewitter, (8h 15' p. m. = 2,5° R.)
„	25.	1,1	3,8	6,1*	—	—	—	6h a. m. Westwind (10h 30' a. m. = 5,5° R.), Nebel.
„	26.	—	—	—	6,8	4,9	—	
„	27.	0,2	3,4	9,5	7,5	5,6	3,4*	6h a. m. starker Föhn 6h p. m. hell (8h p. m. = 3,8° R.)
„	28.	3,8	6,9	9,5	8,9*	—	—	6h a. m. Windstille.
Mittel	Réau.	1,37	5,27	8,10	7,80	4,76	2,24	
	Cels.	1,73	6,59	10,13	9,75	5,95	2,80	
Mittel	Réau.	12,77	17,40	20,20	20,13	17,47	14,52	Gleichzeitige Beobachtungen in Zürich. 419 M. 1290 P. F. Réaum.
	Cels.	15,96	21,75	25,25	25,16	21,84	18,15	

B. **Beobachtungen auf dem Calanda.** 2807,8 M. 8643,7 P. F. ° **Réaum.**

1830.	4h a.m.	6h	9h	12h	3h a.m.	6h	8h	Bemerkungen.
Juli 31.	—	—	6,3*	10,0	8,0	—	—	Aufheiternd, (8h = 5,3° R.
Aug. 1.	2,5	4,5	6,0	8,0	9,0	7,0	5,5	Hell und windstill.
„ 2.	4,0	4,7	7,5	10,3	10,4	9,1	7,0	Starker Wind.
„ 3.	5,2	6,2	8,4	9,3	10,7	—	—	Hell und windstill.
Mittel Rém.	3,90	5,13	7,05	9,40	9,53	8,05	6,25	
Mittel Cels.	4,87	6,41	8,81	11,75	11,91	10,06	7,81	
Mittel Rém.	13,47	14,03	19,08	21,83	20,83	20,40	18,90	Gleichzeitige Beobachtungen in Zürich. 419 M. 1290 P. F.
Mittel Cels.	16,84	17,54	23,85	27,29	26,04	25,50	23,63	

III. Specielle Betrachtungen über die tägliche Periode.

Wenn man die täglichen Veränderungen der Temperatur an hohen und niedrigen Punkten vergleichend untersucht, so zeigt sich sogleich, dass die Höhe auch auf den Gang der Temperatur einen entschiedenen Einfluss hat.

Wir wollen zuerst das Eintreten des Maximums betrachten. An tieferen Punkten, z. B. in den Ebenen, tritt das Maximum erst einige Stunden nach der Culmination der Sonne ein, indem der Boden dann in den oberen Schichten seine grösste Wärme erreicht hat, und nun ebenfalls wesentlich beiträgt, die ohnehin noch kräftige Wirkung der Insolation zu unterstützen; auch an wenig geneigten Abhängen zeigt sich im allgemeinen derselbe Gang der Temperatur.

Das Maximum kann 1 bis 3 Stunden nach Mittag eintreten, am regelmässigsten lässt sich sein Eintreffen zunächst nur in Ebenen bestimmen; es tritt im allgemeinen im Sommer noch etwas später ein als im Winter; theils weil im Sommer die Höhe der Sonne in den ersten Nachmittagsstunden noch sehr bedeutend ist, theils auch weil im Winter die Schneebedeckung durch die an schmelzenden Oberflächen latent werdende Wärme ebenfalls im Mittel dazu beitragen muss, die Zeit der grössten Wärme der Zeit des höchsten Sonnenstandes näher zu rücken.

An Punkten der freien Atmosphäre muss der Gang nothwendig ein anderer werden. Auch dort hat der Einfluss des Bodens, selbst wenn er sich in beträchtlicher verticaler Entfernung unterhalb befindet, noch einen merklichen Einfluss. Der aufsteigende Luftstrom trägt wesentlich dazu bei, dass die höheren Orte ebenfalls einen Theil der Wärme zugeführt erhalten, den die Sonnenstrahlen an der Ober-

1) Horner's Barometer hing 32 P. F. über dem Züricher See.

fläche der Erde erregen; allein diese Wärme bewegt sich, wie das Steigen der Wolken so deutlich zeigt, nur verhältnissmässig langsam nach aufwärts. Die verticale Bewegung der Haufenwolken an windstillen Tagen kann vielleicht am besten dazu dienen, die Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes zu beurtheilen. Wenn man von Zeit zu Zeit die Höhe der Wolken misst[1], oder in der günstigen Lage sich befindet, von einem hohen Standpunkte aus die allmählige Veränderung der Wolkenhöhen an mehreren Punkten gleichzeitig verfolgen zu können, so zeigt sich, dass selbst während der Mittagsstunden und an den wärmsten Tagen die Wolken in einer Stunde kaum 1000 Fuss Höhendistanz zurücklegen. Wenn wir auch annehmen, dass der aufsteigende Luftstrom, da wo er nicht das mechanische Hinderniss einer Wolke trifft, sich rascher bewegt, so lässt sich doch noch immer erkennen, dass der Einfluss der Erwärmung der unteren Schichten auf die oberen Regionen mehrere Stunden **nach** dem Maximum unten eintreten muss, also schon in den spätern Nachmittagsstunden. Dass dessenungeachtet die Temperatur auch in der freien Atmosphäre merklich gegen Mittag steigt, zeigen am besten die Beobachtungen in Luftballons[2].

Auf **hohen**, nicht plateauartig gestalteten Bergen oder sehr schmalen Kämmen ist der Einfluss, den die Oberfläche fester Masse ausübt, nur gering. Der Temperaturgang an solchen inselartig emporragenden Orten wird daher nur wenig von jenem in der freien Atmosphäre selbst abweichen.

Es zeigt sich bei solchen Beobachtungen, dass das Maximum der Zeit der Culmination der Sonne an sehr hohen Punkten stets näher liegt als an den tieferen. Zugleich fällt die Temperatur langsamer in den Nachmittagsstunden, weil dann der aufsteigende Luftstrom noch einen nachwirkenden erwärmenden Einfluss ausübt.

Die **Beobachtungen auf der Vincenthütte** stimmen ganz mit dieser Betrachtung überein; sie zeigen zugleich, dass ähnliche Verhältnisse selbst an Orten statt finden können, die nicht Gipfelformen im strengsten Sinne des Wortes sind, noch weniger als Punkte der freien Atmosphäre bezeichnet werden können[3]. Auf der Vincenthütte trat das Maximum um 1^h ein, während es sich für die gleiche Beobachtungsperiode (13. bis 16. Sept.) in Turin um 2^h $30'$ zeigte. Dagegen fällt die Temperatur in Turin ungeachtet der aus dem Boden noch in die Atmosphäre ausgestrahlten Wärme rascher zwischen 2 bis 6^h p. m. als an der höheren Station.

Die Beobachtungen am Col du Géant[4], noch mehr jene auf dem grossen Plateau[5] zeigen unter den Curven, die in Taf. XVI zusammengestellt sind, die grössten

1) Vergl. Cap. XI.

2) Vergl. die Berichte über Luftballonfahrten in London. Cosmos Revue encyclop. October und November 1852.

3) Vergl. die früheren Angaben über die Localität S. 278.

4) Vergl. S. 286.

5) Vergl. S. 282.

Abweichungen von der allgemeinen Form des täglichen Temperaturganges. Da diese Abweichungen sehr wesentlich auch die Zeit des Temperaturmaximums betreffen, will ich schon hier einige der Störungen besprechen, die bisweilen, besonders an einzelnen Tagen, den Gang der Wärme an hohen Punkten verändern können.

Einflüsse auf die Wärme, welche die absolute Höhe allein, getrennt von dem Einflusse der Bodengestaltung, der Schneeanhäufungen u. s. w. hervorbringt, können zunächst nur von dem Barometerstande und der Feuchtigkeit abhängen.

Durch die Verminderung des Luftdruckes wird die Transmission der Wärme-Strahlen begünstigt und zugleich die specifische Wärme der Luft vermindert; da beides in Beziehung auf die resultirende Erwärmung im entgegengesetzten Sinne wirkt, so wird der Einfluss des Luftdruckes als solcher nur sehr unbedeutend sein. Ferner werden Luftmassen, die mit einer höheren Temperatur und daher mit einer aufsteigenden Kraft aus der Tiefe empordringen, oben ausgedehnt, und dadurch wird ein nicht unbeträchtlicher Theil ihrer frühern Wärme latent.

Der Wasserdampf scheint für die Wärmeverhältnisse der obern Regionen von grösserer Wichtigkeit. Durch die häufigen Condensationen (Thau-, Nebel- und Wolkenbildungen) wird in den höheren Regionen eine Wärmemenge frei, welche in den unteren bei der Entstehung des Wasserdampfes gebunden wurde. Könnte man annehmen, dass die ganze Menge des oben condensirten Wassers nur solches wäre, welches an der unmittelbar darunter liegenden, tieferen Oberfläche verdunstet ist, so wäre der dadurch hervorgebrachte Wärme*unterschied* nicht unbedeutend. Die Bewegungen der Atmosphäre und die Wärmevertheilung in horizontaler Richtung bewirken aber, dass der bei weitem grössere Theil des in den höheren Regionen condensirten Wasserdampfes aus wärmeren Climaten durch südliche Winde zugeführt wird. Es ist daher die Wärmebindung in den tieferen Theilen der Alpen keineswegs dem Freiwerden der Wärme in den oberen Regionen gleich; die oberen werden verhältnissmässig mehr durch Condensation erwärmt, als die unteren durch Verdunstung erkältet.

Der Col du Géant und das Grosse Plateau zeigen jedoch noch andere Abweichungen im Gange der täglichen Wärme, die ganz verschieden von jenen sind, welche durch die eben erwähnte Ursachen hervorgebracht werden können. Hier ist wohl der Umstand von grossem Einflusse, dass beide, besonders die Beobachtungsstation auf dem Grossen Plateau, von mächtigen meist schneebedeckten Erhebungen umgeben sind. Dadurch geschieht es, dass ein grosser Theil der Wärmestrahlen, welcher diese so stark reflectirenden Oberflächen trifft, nach abwärts in die Mulden an ihrem Fusse zurückgeworfen wird, und dort beitragen muss die Temperatur der Luft zu erhöhen. Diese Art von Temperaturerhöhung ist wesentlich von jenem regelmässigeren Einflusse unterschieden, den schneefreie Oberflächen auf die Wärme ausüben. Während letztere in den Vormittagsstunden nur ihre eigene Temperatur erhöhen und erst nach der Culmination der Sonne ihre Wärme ausstrahlen, aber

dann stetig und lange anhaltend, wirken die Reflexionen an Schneeoberflächen mehr momentan. Sobald die Sonne solche Flächen trifft, deren Stellung erlaubt einen Einfluss auf die Temperatur des Beobachtungspunktes auszuüben, wird dort die Wärme anfangen merklich zu steigen, während an den Schnee- und Eis-Oberflächen der nicht reflectirte Theil der Sonnenwärme nur in dem ersten Anfange der Besonnung, und auch dann nur auf sehr geringe Tiefen dazu verwandt wird, die Temperatur der Masse selbst zu erhöhen; sobald diese Wärme in den obersten Schichten den Nullpukt erreicht hat, wird alle weitere Wärme latent gemacht durch Schmelzen der Schnee- und Eismassen. So lange die directe Besonnung von dem Schnee auf den Beobachtungspunkt und dessen Umgebungen reflectirt wird, muss dort die Wärme verhältnissmässig bedeutend steigen; trifft die directe Besonnung diese Stellen nicht mehr, oder ist die Sonne so gestellt, dass die Reflexionen eine andere Richtung annehmen, so wird jetzt dem Beobachtungspunkte diese Wärmequelle fast vollständig entzogen. Festes Gestein, noch mehr trockene dunkele Erden, würden gerade jetzt ihren ausgleichenden Einfluss durch allseitige Strahlung ausüben; auch die Schneemassen strahlen noch Wärme aus, indem sie, der Besonnung beraubt, sehr regelmässig bis mehrere Grade unter 0 erkalten; aber jene weit grössere Wärmemenge, welche bei der Aenderung des Aggregatzustandes gebunden wurde, ist für diese Regionen grösstentheils verloren. Das Wasser folgt den steilen Neigungen, welche gerade die obersten Alpentheile so wesentlich charakterisiren, und gelangt in tiefere Regionen, oder es dringt in die unteren Firnlager ein. Nur ein sehr unbedeutender Theil der Wärme wird an der Stelle frei, wo sie gebunden wurde.

Daher sind hier die Temperaturveränderungen an schönen Tagen sehr rasch, und der Gang der Temperatur ist zugleich mehr als an den meisten anderen Localitäten (in mittleren Höhen), von der äusseren Gestalt der Umgebungen abhängig.

Auch die Zeit des Eintrittes des Minimums scheint in grossen Höhen Veränderungen zu erleiden, die theils einen allgemeinen, theils einen mehr localen Charakter haben.

In den tieferen Gegenden, und selbst sehr allgemein in mittleren Höhen, doch hier theilweise durch einen anderen Einfluss gesteigert, tritt das Minimum der Nacht kurz vor dem Sonnenaufgange ein.

Es stimmt dies vollkommen mit der Betrachtung überein, dass die Erkaltung des Bodens und der ihn zunächst berührenden Luftschichten mit grosser Lebhaftigkeit fortdauern müsse, bis wieder die Sonne über dem Horizonte erscheint[1].

In der freien Atmosphäre wird die Veränderung der Wärme während der Nacht

1) Dove Preuss. Stationen 1851. S. 1.

geringer sein[2]; auch die Beobachtungen am Grossen Plateau scheinen dieses zu zeigen, da hier die anomale Einwirkung der Umgebungen (während des Tages durch Reflexionen) des Nachts aufhört.

Die kälteste Stunde in den verschiedenen Stationen war:

I.	Grosses Plateau.	Aug.	− 6,5	12^h p. m. (Die Wärme änderte sich aber b. 6^h a. m. nur um 0,3)
	Chamouni.	Aug.	+ 1,18	6^h a. m.
	Genf.	„	8,5	5^h „
II.	Col du Géant.	Juli	0,6	1^h „
	Chamouni.	„	11,8	1^h „
	Genf.	„	11,9	4^h „
III.	Vincenthütte.	Sept.	− 1,04	1^h „
	St. Bernhard.	„	1,21	4^h „
	Turin.	„	13,8	1^h „

Für 46° Breite ist die Zeit des Sonnenaufganges und des Sonnenunterganges folgende:[2]

	Aufgang.	Untergang.
1. Juli	4^h 14′ a. m.	7^h 53′ p. m.
11. „	4^h 21′ „	7^h 49′ „
21. „	4^h 30′ „	7^h 41′ „
1. Aug.	4^h 43′ „	7^h 28′ „
11. „	4^h 56′ „	7^h 13′ „
21. „	5^h 08′ „	6^h 57′ „
1. Sept.	5^h 21′ „	6^h 38′ „
11. „	5^h 33′ „	6^h 19′ „
21. „	5^h 47′ „	6^h 00′ „

Man sieht, dass beinahe für alle Stationen das Minimum nahe 1 Stunde vor Sonnenaufgang fällt; Ausnahmen zeigen nur die Beobachtungen am Grossen Plateau und auf der Vincenthütte.

Am ersteren ist die Aenderung der Wärme während der zweiten Hälfte der Nacht so gering, die Beobachtungsreihe überdies so kurz, dass die Ursache der Abweichung kaum sicher nachzuweisen ist.

Die Abweichung auf der Vincenthütte ist wichtiger, da zugleich die übrigen

1) Bei der Untersuchung des Barometerganges sind zugleich einige Resultate für die Temperatur der freien Atmosphäre mitgetheilt. Vergl. Cap. X.

2) Die Breite der hier verglichenen Punkte entfernt sich nur sehr wenig von 46°.

Stunden zeigen, dass das Minimum mit Bestimmtheit in die Nähe von 1^h a. m. fällt. Aehnliche Abweichungen sind in den meisten Fällen eine unmittelbare Folge der Bodengestaltung. Sie kommen am häufigsten in mittleren Höhen (3000 bis 5000') vor.[1]

In dieser Region der Alpen, zu der zugleich die meisten Thalsohlen gehören, wird das regelmässige Fortschreiten der Erkaltung bis zum Wiedererscheinen der Sonne nicht selten dadurch gestört, dass die Morgen- und Abendwinde die Temperatur etwas verändern. Besonders kann das Aufhören des abwärts gerichteten Abendstromes in den späteren Nachtstunden bewirken, dass das Minimum früher eintritt, oder dass wenigstens bereits mehrere Stunden vor dem Aufgange der Sonne die Lufttemperatur dem Minimum sehr nahe gebracht ist.

Dieselbe Ursache scheint auch auf der Vincenthütte die Zeit des Temperatur-Minimums zu verändern. Es darf um so mehr überraschen, dieser localen Wirkung während der Nacht hier zu begegnen, da wir bei Betrachtung der Tagestemperaturen sahen, dass weder reflectirte Wärme, noch aufsteigender Luftstrom hier einen merklichen Einfluss auf die Temperatur ausübt. Berücksichtiget man jedoch die weiten Firnmeere, die grossen schneebedeckten Gipfel, welche von verschiedenen Seiten ihren Abfall der Vincenthütte zuwenden, so lässt sich wohl erwarten, dass während der Nacht die kalte Luft längs ihrer Abhänge niedersinkt und an der Vincenthütte vorüberstreicht. Es können durch das Herabsinken der Luft auf diese Weise Schneeflächen Einfluss haben, welche so weit entfernt sind und so geringe Winkelhöhen bieten, dass allerdings ihr Einfluss während des Tages durch Reflexion kein bedeutender sein kann. Da die kalte Luft ihrer Schwere wegen beim Herabsinken stets dem Boden folgt, so wirkt sie, ehe dieser Strom die Ebenen selbst erreicht, viel mehr local als der aufsteigende Luftstrom, der nur wenig durch Temperaturunterschiede in seitlicher Richtung von seinem verticalen Ansteigen abgelenkt wird. Die bei dem aufsteigenden Luftstrome durch die Condensation des Dampfes frei werdende Wärme trägt ebenfalls wesentlich dazu bei seine aufsteigende Kraft zu vermehren und bis zu grossen Höhen zu erhalten.

Dass Localitäten, welche während des Tages durch Reflexion von Schneewänden erwärmt wurden, des Nachts ebenfalls durch absteigende kalte Luftmassen eine Temperaturerniedrigung erfahren, ist nicht nur möglich, es ist sehr häufig; aber jene Massen, welche während des Tages erwärmend wirken, müssen zu nahe stehen, um eine bedeutende Oberfläche, auf der sich Luft erkaltet hat, zu bieten. Die grösste Masse der erkalteten Luft kömmt in solchen Fällen stets von Punkten, die theils wegen ihrer Lage, noch mehr wegen ihrer grösseren Entfernung, an der Reflexion während des Tages keinen wesentlichen Antheil hatten. Es kann als ein Beispiel für diese letzteren Verhältnisse das Ufer eines Gletschers angeführt wer-

1) Vergl. Untersuchungen etc. 1850. S. 362. u. a.

den, das nur von schneebedeckten Wänden gebildet ist; also etwa ein Punkt in den oberen Theilen des Firnmeeres am Fusse eines nach Süden exponirten steilen Schneekammes. Ein solcher Punkt wird während des Tages relativ zu warm, während der Nacht zu kalt, weil er nun von dem nach abwärts gerichteten kalten Strome getroffen wird. Dieser absteigende Strom wird aber fast immer aus einer anderen Richtung kommen als die reflectirte Wärme während des Tages[1].

Weder der Col du Géant noch das Grosse Plateau scheinen bedeutenden Strömen ähnlicher Art ausgesetzt zu sein.

In Beziehung auf die Vincenthütte bleibt noch jenes Erwärmen nach 2^h p. m., an dem die Sonne noch keinen Antheil hat, zu erklären.

Die Betrachtung der Temperaturabnahme nach der Höhe zu den einzelnen Stunden, die wir sogleich specieller untersuchen werden, lässt leicht erkennen, dass die Temperatur an der Vincenthütte während der ersten Hälfte der Nacht local erkaltet, dass sie demnach kälter war, als die freie Atmosphäre in ihren Umgebungen. Hörte in den späteren Stunden der Zufluss der kalten Luft von den Umgebungen auf, so musste die seitliche, wärmere Luft allmählich die Temperatur dort erhöhen. Es ist nach dieser Betrachtung nicht nöthig, dass die Erwärmung bis zum Sonnenaufgange selbst fortdauere; es lässt sich allerdings an manchen Localitäten, wo die vorhergegangene Temperaturdepression nicht so bedeutend war, eine Erwärmung durch örtliches Zutreten der Luft beobachten, das nur kurze Zeit währt, während darauf der Beobachtungspunkt an dem allgemeinen Sinken der Temperatur der Luft bis zum Sonnenaufgang wieder Theil nimmt.

Die Schnelligkeit der Abnahme der Temperatur in den einzelnen Stunden, oder was dasselbe ist, die veränderliche Höhendifferenz, um die man sich erheben muss, um eine bestimmte Temperatur-Differenz zu finden, $\frac{h_1-h}{t-t_1}$, erlaubt uns zu beurtheilen, ob ein Punkt, verglichen mit den mittleren Verhältnissen für eine gegebene Stunde zu „warm" oder zu „kalt" ist.

Da ein isolirter Berggipfel, welcher rings von der freien Atmosphäre umgeben ist, bei Tage sich weniger erwärmt, des Nachts weniger erkaltet als die Oberfläche des festen Bodens in Ebenen oder Thalsohlen, so lässt sich als allgemeiner Typus erwarten, dass die Abnahme bei Tage rascher ist als des Nachts. Man kann mit

1) Auch die Johannishütte zeigte Nachts, verglichen mit Heiligenblut, eine viel raschere Temperaturabnahme, als diese Stunden gewöhnlich ergaben. Es scheint, dass Nachts, als der Gletscherwind, d. h. das Abfliessen kalter Luft längs dem Gletscher, aufhörte, eine weniger intensive aber allgemeiner verbreitete Senkung kalter Luftmasse eintrat, die zwar dem Gletscherthale folgen musste aber zugleich sich seitlich viel weiter verbreitete.

Erfolg nur Punkte vergleichen, deren Höhenunterschied ziemlich gross, deren Temperaturunterschied also bedeutend genug ist, um kleineren Störungen keinen zu grossen Einfluss auf das Resultat zu gestatten. Selbst wenn die horizontale Entfernung gering ist, bieten Orte von geringem Höhenunterschiede auch für ganz gleichzeitige Beobachtungen bedeutende Anomalien und Differenzen; diess gilt besonders dann, wenn beide Orte so hoch gelegen sind, dass sie sich über der Wolkenregion oder nahe derselben befinden, in diesem Falle sind die ungleichartigen Beschattungen durch vorüberziehende Wolken, die eigene Temperatur, welche die Wolken aus der Tiefe mitbringen, die Verdunstungskälte etc. die hauptsächlichsten Ursachen sehr wesentlicher und zugleich sehr unregelmässiger Störungen.

Die Beobachtungen SAUSSURE's hat bereits KÄMTZ benützt, um die Erhebung für 1° C. Temperaturunterschied zu bestimmen. Er erhielt[1] folgende Grössen.

Temperaturabnahme zwischen Genf und Col du Géant.[2]

Stunde.	Erhebung für 1° C. Diff.	Stunde.	Erhebung für 1° C. Diff.
Morgens.		Abends.	
Mn.	526′	Mg.	455′
2ʰ a. m.	582	2ʰ p. m.	431
4 „	646	4 „	437
6 „	600	6 „	434
8 „	554	8 „	440
10 „	493	10 „	483

Für das Tages-Mittel 500′.

In Beziehung auf die mittlere Zahl stimmen damit auch die Beobachtungen in Turin und auf der Vincenthütte sehr gut überein; besonders wenn man berücksichtigt, dass im September die Abnahme langsamer ist als im Juli.

Wir erhalten eine Abnahme von 1° C. zwischen Turin und Vincenthütte für 517 P. F., und folgende Werthe für die einzelnen Stunden.[3]

1) Meteorologie Bd. II. S. 133.

2) Diese Zahlen sind von KAEMTZ berechnet. Er nahm dabei die Höhe des Col du Géant 10560′ an.

3) Für die Berechnung dieser Quotienten wurde nur die erste Decimalstelle der Temperaturen der Vincenthütte angesetzt.

Temperaturabnahme zwischen Turin und Vincenthütte.

Morgens.		Abends.	
Mn.	473'	Mg.	511'
2^h a. m.	481	2 p. m.	500
4 „	549	4 „	486
6 „	625	6 „	484
8 „	625	8 „	481
10 „	576	10 „	476

Auch hier nimmt zur Zeit des Temperaturmaximums die Wärme rascher ab als in den Morgenstunden. Aber wegen der früher besprochenen anomalen Erkaltung der Luft in den ersten Nachtstunden setzt sich die rasche Abnahme nur bis gegen 2 Uhr fort.

Die Beobachtungen am Grossen Plateau werden noch deutlicher, mit Genf verglichen, die langsamere Temperaturabnahme während der Nacht zeigen, da an der oberen Station die Temperatur fast gleich bleibt, während sie an der unteren merklich fällt. Zugleich verzögert die locale Erwärmung in den Tagesstunden an der oberen Station etwas die Schnelligkeit der Temperaturabnahme[1].

In Chamouni sind die Verhältnisse andere. Auch hier wird Mittags durch die Richtung des Thales von Osten nach Westen, worauf schon Saussure aufmerksam machte, die Temperatur zu warm, im Vergleich zur Höhenlage. Dies tritt, wie zu erwarten, vorzüglich an heiteren Tagen mit lebhafter Besonnung hervor. Die Insolation des Gesteines hat darauf den wesentlichsten Einfluss. Doch ist gewiss auch der Umstand nicht ohne Einwirkung, dass bei Tage die Gletschermassen eine merkliche Wärmemenge nach dem Thale reflectiren[2].

Die Temperaturabnahme ist in folgender Tabelle zusammengestellt.

---

1) In Genf wird die Mittagstemperatur durch die Nähe des Sees etwas geringer; (vergl. Plantamour Résumé p. 15) auch dieses muss in gleichem Sinne wirken, doch ist die Grösse des letzteren Einflusses für die hier zu betrachtenden Verhältnisse weniger wichtig.

2) Vergl. die Bemerkungen Bravais' darüber im Annuaire météorologique de la France 1850. p. 137.

Temperaturabnahme zwischen dem Grossen Plateau (Mont-Blanc), Chamouni und Genf.

Stunde.	Erhebung in P. F. für 1° C. Diff. Morgens. Chamouni.	Genf.	Stunde.	Erhebung in P. F. für 1° C. Diff. Abends. Chamouni.	Genf.
Mn.	631′	574′	Mg.	460′	574′
2h a. m.	754	682	2h p. m.	436	519
4 „	823	728	4 „	381	450
6 „	855	661	6 „	451	467
8 „	801	620	8 „	502	482
10 „	523	599	10 „	577	568

Abnahme der mittleren Temperatur. { nach Chamouni bei 559 P. F. / nach Genf „ 589 „

Fasst man die verschiedenen Resultate zu einem mittleren Werthe zusammen, nemlich

Mont-Blanc	Col du Géant — Genf.	Juli	500′,
	„ „ — Chamouni.	Aug. — Sept.	559′
	Grosses Plateau — Genf.		589′
Monte-Rosa, Vincenthütte — Turin.		3—16. Sept.	517′,

so zeigt sich, dass man vom Juli bis September in diesen Alpentheilen, also in jenen, welche die grössten Erhebungen vereinen, an schönen Tagen eine Temperaturabnahme von 1° C. bei 500 bis 600′ erwarten darf.

Da die Höhe der oberen verglichenen Punkte sehr bedeutend ist, dürfte auch für die Punkte in der freien Atmosphäre diese Annahme ziemlich richtig sein.

Auch Saussure hat 100 Toisen als die runde Zahl für dieses Verhältniss angenommen, obwohl er die Veränderlichkeit dieses Werthes in den einzelnen Jahreszeiten und in einzelnen Alpentheilen weniger gross glaubte, als spätere Vergleichungen mit einem reicheren Materiale zeigten.

Ich möchte an diese Betrachtung zugleich noch eine Bemerkung knüpfen in Beziehung auf den Abnahmequotienten von 480 P. F., den ich früher für den Monat September und zwar für die Alpen im Allgemeinen bei 12000′ Höhe gefunden habe. Da derselbe für das ganze Alpengebiet den mittleren Werth darstellen soll, so müssen nothwendig die östlichen und nordöstlichen Nebenzonen, welche wegen ihrer geringen absoluten Höhe raschere Abnahme zeigen als die Centralalpen, durch ihre

1) Untersuchungen u. s. w. S. 353.

beträchtliche Flächenausdehnung einen merklichen Einfluss auf den Mittelwerth ausüben.

An einzelnen Tagen kann die Abnahme der Temperatur sehr bedeutende Veränderungen erleiden. Aendern sich die Luftströmungen, so wird die Wärme an der oberen und an der unteren Station nicht um die gleiche Grösse verändert. Ueberdies bedingt die Nähe des oberen Punktes an der Wolkenregion nicht selten noch andere Unregelmässigkeiten, die mit der Wolkenbildung zusammenhängen.

In solchen Perioden finden bisweilen die grössten Unregelmässigkeiten statt. Doch wird die Abnahme, wenn der obere Punkt sehr hoch ist, gewöhnlich weniger verändert, als man erwarten könnte.

Als ein sehr interessantes Beispiel solcher Störungen muss ich jene Reihe von Beobachtungen am Grossen Plateau nennen, die BRAVAIS und MARTINS bei ihrem ersten Versuche den Mont-Blanc zu besteigen am Grossen Plateau anstellten[1]; sie sind ungeachtet der kurzen Zeit, die sie umfassen, doch sehr werthvoll, da sie unter sehr ungünstigen äusseren Umständen angestellt wurden und so ein Beispiel für den Gang der Wärme an hohen Punkten während schlechten Wetters bieten.

Die Mittagsbeobachtungen weichen hier weit weniger von den übrigen Stunden ab, als in der oben mitgetheilten Reihe, weil jetzt die locale Erwärmung des Plateau durch Reflexion nicht eintreten konnte.

Beobachtungen am Grossen Plateau und in Chamouni.

1844.	Stunde.	Luft. Plateau.	Luft. Chamouni.	Witterungsverhältnisse. Plateau.		Witterungsverhältnisse. Chamouni.
1. Aug.	$12^h 35'$ p.m.	−2,7	13,6	S.S.W.	Allgemeiner Nebel.	Bedeckt.
1. „	$2^h 20'$ „	−4,0	10,6	„		Regen.
1. „	5^h „	−5,8	9,9	„	Schnee.	Regen, sehr bedeckt.
2. „	$5^h 20'$ „	−12,1	5,1	N.S.	Nebel, Schnee.	Regen.
8. „	12^h	−5,5	11,2	S.W.	Nebel, Schnee.	Starker Regen.
		−6,0	+10,0			

Erhebung im Mittel 556 P. F. für 1° C. Abnahme.

Aus den Beobachtungen auf der Vincenthütte und den gleichzeitigen in Turin dürften vorzüglich folgende Beispiele hervorzuheben sein.

(Wärmste Mittagsbeobachtungen).

5. Sept. 2^h Vincenthütte 9,1; Turin 24,8 — Windesrichtung: Morgens Turin N., Vincenthütte N.W., Mittags Turin S.S.W., Vincenthütte S.W.

Erhebungsquotient 566'

1) Annuaire etc. 2me année p. 130.

(In Turin war während der Beobachtungsperiode vom 3. bis 16. Sept. noch ein höheres Maximum vorgekommen, nemlich 25,7 am 14. u. 15. Sept. Nachmittags. Auch auf der Vincenthütte stieg an diesen Tagen die Temperatur bedeutend, die mittlere Wärme um 2 Uhr war 3,9; jene am 14. Sept. 5,3, am 15. Sept. 6,4.)

Die kälteste Mittagsbeobachtung auf der Vincenthütte mit der entsprechenden in Turin verglichen, ergiebt folgendes Verhältniss:

9. Sept. 12^h	Vincenthütte	+0,4	Windesrichtung Turin und Vincenthütte N.W.
	Turin	14,7	

Erhebungsquotient 622.

Die hier verglichenen niedrigsten Mittagstemperaturen waren in Turin und auf der Vincenthütte gleichzeitig, an der letzten Station war auch die Temperatur um 2^h noch 0,4° C., während sie in Turin bereits um 1,3 Grade gestiegen war (16,0° C.).

Die Vergleichung für denselben Tag um 2 Uhr würde demnach die Temperaturabnahme um 1° C. bereits bei 566 P. F. ergeben.

Am unregelmässigsten werden die Verhältnisse, wenn Aenderungen in der Windesrichtung eintreten.

Die Beobachtungen am Theodulpasse oder Matterjoch 10359 P. F., am 27., 28. u. 29. Aug. 1851 bieten unter den vorliegenden Beobachtungen das deutlichste Beispiel dar.

Die Beobachtungen selbst nebst den gleichzeitigen auf dem St. Bernhard und in Turin sind oben S. 283 mitgetheilt.

In Turin war während dieser 3 Tage das Wetter ziemlich warm, die Windesrichtung anfangs westlich, dann nördlich. Oben war die Windesrichtung östlich, dann aber wurden südliche Winde vorherrschend, die zugleich mit ungeheurer Schnelligkeit sich bewegten. Dass schon des Abends in geringer Höhe über dem Passe der bald mit aller Heftigkeit sich herabsenkende Süd-Süd-Ostwind wehte, liess sich an verschiedenen Umständen mit grosser Sicherheit erkennen. Die entscheidensten waren die Bewegungen einzelner kleiner Wolken, etwas nach 6^h p. m. längs den Felsen des Breithorn und des kleinen Mont-Cervin. Besonders an dem letzteren war die Erscheinung sehr deutlich, da seine dem Passe zugekehrte und zugleich den Strahlen der Nachmittagssonne exponirte Seite ziemlich schneefrei war.

Hier stiegen kleine Haufenwolken langsam, von einem nur noch schwachen aufsteigenden Luftstrome getragen, empor[1], aber noch ehe sie das obere Drittel des Hornes erreicht hatten, c. 1200′ über dem Passe, wurden sie von der S.S.O.-Strömung lebhaft nördlich getrieben und rasch aufgelöst. Auch das Aufwirbeln des

1) Dass der aufsteigende Luftstrom an Felsen von westlicher Exposition noch ziemlich spät des Nachmittags sich bemerkbar macht, selbst zur Zeit, wo gleich gestaltete aber in der freien Atmosphäre sich befindende Wolken bereits lebhaft sinken, kann man besonders in grossen Höhen an günstigen Localitäten oft beobachten.

Schnees auf den Spitzen und das Forttreiben dieser kleinen Schneewolken nach N.N.W. war sehr deutlich.

Die geringe Kälte Abends und Nachts nebst dem vollständigen Ausbleiben des Thaues in den ersten Nachtstunden sowohl auf dem Zelte als auf den verschiedenen ausserhalb desselben liegenden Gegenständen liess die Nähe eines warmen oberen Luftstromes ebenfalls erwarten[1].

Die Temperaturunterschiede sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die Erhebung ist zwischen Theodulpass und Turin 9519 P. F., zwischen Theodulpass und St. Bernhard 2740'. Die Abnahme für die mittlere Temperatur scheint mit Berücksichtigung der Minima der Nacht 540 bis 550 P. F. für 1° C. zu ergeben.

1851.	Stunde.	B. — Th.	Tu. — Th.
27. Aug.	2^h p. m.	5,5	24,1
„	4 „	4,7	21,4
„	6 „	6,1	22,1
„	8 „	6,7	23,6
21. Aug.	6^h a. m.	4,3	16,5
„	8 „	6,2	15,0
„	10 „	7,8	18,0
„	12 „	8,4	21,9
„	2^h a. m.	6,9	22,9
„	4 „	7,6	23,5
„	6 „	7,3	22,4
„	8 „	4,5	23,2
29. Aug.	6^h a. m.	2,4	21,6
„	8 „	1,7	24,0
„	10 „	1,9	22,0
„	12	-0,7	24,0
„	2^h p. m.	— 0,4	

Ueberraschend ist die bedeutende Kälte nach dem stürmischen Tage am St. Bernhard, die mit einer anderen Windesrichtung an diesem Punkte zusammenzufallen scheint.

Dass die Niederschläge am Theodul nicht durch die freiwerdende Wärme die Lufttemperatur mehr erhöhten, hängt wohl mit der gleichzeitigen Wolkenhöhe

1) Ueber die gleichzeitigen Oscillationen des Barometers siehe Cap. X.

zusammen. Diese[1] war so bedeutend, dass selbst während des Schneefalls am 29. Morgens die Luft zwar sehr trübe war, aber die Durchsichtigkeit nicht wie bei einer Einhüllung in Nebel, sondern in einem weit geringeren Grade vermindert war, ähnlich jenem, welcher Schneefälle gewöhnlich, auch in den Ebenen, begleitet.

Dass die bei der Schneebildung freiwerdende Wärme hier nur auf die oberen Luftschichten sich beschränkte, ohne am Beobachtungspunkte sich fühlbar zu machen, war mir allerdings bei der bedeutenden absoluten Höhe des letzteren unerwartet. Die Höhe der Wolken, aus denen der Schnee fiel, hatte aber nicht allein dazu beigetragen; am wesentlichsten musste aber der Umstand sein, dass, wie man gegen Mittag sah, der Schneefall sich nur über eine sehr geringe Strecke ausgebreitet hatte[2].

Die Beobachtungen am Matterjoche zeigen auch eine Unregelmässigkeit im Temperaturgange, indem die Wärme öfters in einzelnen Stunden, abweichend von der täglichen Periode, steigt oder fällt.

Aehnliches kömmt an hohen Punkten öfters vor, und tritt gewönlich an windigen Tagen ein.

Die Wirkung der Insolation, an trüben Tagen, auch wohl die Zuleitung der Wärme aus den tieferen Bodenschichten, bedingt, dass die Luft in der Nähe eines festen Gesteines stets etwas wärmer ist als die freie Luft; heftige Winde, die zugleich mit periodisch wechselnder Stärke wehen, bringen dann gewönlich, so lange sie im Maximum ihrer Stärke sind, eine wenn auch kleine Temperaturdepression hervor. Diese Erkaltung wird sehr häufig noch dadurch verstärkt, dass die herbeiströmenden Luft nicht vollkommen gesättigt ist, und dann die Verdunstung eine neue Wärmemenge in der Nähe des Beobachtungspunktes bindet.

An tieferen Orten sind solche Wirkungen ebenfalls vorhanden, sie zeigen sich aber wegen des Einflusses, welchen hier die bedeutend grössere Bodenoberfläche ausübt, gewöhnlich nur durch ein langsames Steigen der Wärme; nur wenn die Beobachtungen auf ganz kurze Perioden vertheilt sind, erhält man dies Fallen der Temperatur, ähnlich jenem, welches sich in grossen Höhen über längere Zeiträume ausdehnt.

Diese Oscillationen sind an sich interressant, indem sie zeigen, dass selbst in grossen Höhen noch immer ein, wenn auch kleiner Unterschied zwischen der freien Atmosphäre und einem isolirten Punkte der Alpen bestehen kann; für den Beobachter selbst sind sie überdies durch die mechanische Gewalt, mit der jene Luftschichten aus der unmittelbaren Nähe seines Körpers fortgeführt wurden, so fühlbar, dass man gewöhnlich am Thermometer eine noch grössere Veränderung vermuthet[3].

---

1) Siehe Cap. XI.

2) Es war mehrere Tage vorher sehr schön und rein gewesen. Dies machte es möglich, auch auf den Firnmeeren die Grenze des frischen Schnees deutlich zu erkennen.

3) In einem geschlossenen Koffer, der wegen der Enge des Zeltes im Freien mit Steinen beschwert stehen blieb, befanden sich unter anderen Instrumenten auch einige Thermometer in Holzfutteralen. Da

IV. Kleinere Reihen von Temperaturbeobachtungen.

Viele vereinzelte Temperaturbeobachtungen, die wir zunächst in Verbindung mit den Barometerablesungen machten, sind bereits im ersten Theile angeführt; von kürzeren Reihen oder einzelnen Beobachtungen, die gleichzeitig an Punkten in verschiedenen Höhen gemacht wurden, will ich nur einige wenige Beispiele anführen, die nicht unpassend erscheinen, etwas allgemeinere Bemerkungen damit zu verbinden.

A. Vertheilung der Temperatur am 22. August 1851. $12^h\ 21'$ in den Umgebungen des Monte-Rosa.

Wir machten zu dieser Stunde die erste unserer beiden Ablesungen am Gipfel des Monte-Rosa; zugleich kann mit dieser Temperatur eine Reihe von Beobachtungen in den Umgebungen des Monte-Rosa verglichen werden.

Herr Dr. Heiss aus Brieg, der zu dieser Zeit sich in Zermatt befand, hatte die Güte dort einige Beobachtungen anzustellen.

Die Temperaturen waren in Zermatt:

	21. August	22. August	23. August
11^h	+15,8	18,3	17,9
12^h	16,4	18,9	19,0
1^h	16,9	19,2	19,3
2^h	17,8	19,3	19,8

Die Beobachtungen an den correspondirenden Stationen sind oben S. 64—68 mitgetheilt, wir selbst hatten am 22. und 23. August folgende Temperaturen gefunden:

Alpenhütten von Augstkumm am Riffelberge	6822 P. F.	21. Aug. $12^h\ 10'$ p. m.	15,4° C.
		23. Aug. Max.	17,0° C.

Das Maximumthermometer bei dem Nachtlager in den Gadmen fanden wir (nach der Rückkehr vom Gipfel des Monte-Rosa) 8475'. 22. Aug. Max. 13,5° C.

Die Wärme am Riffelberge war

am Fusse des Riffelhornes bei 8644' 21. Aug. $1^h\ 30'$ 16,0° C.

Reducirt man, die kleinen Unterschiede in Zermatt benützend, alle Beobachtungen auf den 22. Aug. $12^h\ 20'$, so erhält man eine Reihe von Beobachtungen in verschiedenen Höhen, die man mit den mittleren Temperaturunterschieden zwischen dem Mont-Rosa und einer der correspondirenden Stationen vergleichen kann.

Ich glaube am besten Mailand als Vergleichungspunkt nehmen zu können, da die Höhe nach dieser Station berechnet, ungeachtet des relativen Höhenunterschie-

---

ich des Morgens von der fühlbaren Kälte aller Gegenstände überrascht war, öffnete ich vorsichtig ein Thermometer, das noch um 6^h auf − 2,9° stand, also wahrscheinlich ganz die Lufttemperatur während der Nacht angenommen hatte. Ich legte nun während der folgenden, aber windstillen Nacht ein Minimum an dieselbe Stelle. Obwohl in dieser Nacht die Temperatur auf − 8,1° C. gefallen war, stand das Thermometer nur auf − 4°.

des von 13733 F. für $12^h\ 20'$ nur um 3 F. vom allgemeinen Mittel abweicht. In der folgenden Tabelle sind in der ersten Spalte die an den verschiedenen Punkten beobachtenden Temperaturen enthalten und bereits auf gleiche Zeiten reducirt, in der zweiten Spalte sind die Wärmegrade angegeben, welche, aus der Beobachtung Mailand — Monte-Rosa abgeleitet, der gleichen Höhen entsprechen würden.

1890 P. F.	Aosta	23,2	Mail. — Ros.	21,0
5089	Zermatt	19,0	„	14,5
6822	Augstkumm	16,6	„	10,5
8644	Riffelberg	17,7	„	7,0
8475	Gadmen	13,0	„	7,5

Die Temperaturerhöhung an diesen Stationen, welche von einer grösseren Masse festen, der Besonnung zugänglichen Bodens umgeben waren, ist wirklich überraschend gross, besonders am Riffelberge; seine Lage, plateauartig über den Eismassen erhoben und noch unter der Schneegrenze, ist allerdings der Entwickelung hoher Temperaturen unter dem Einflusse der Besonnung sehr günstig. Da an heiteren Sommertagen ähnliche Verhältnisse sich sehr oft wiederholen, so müssen sie das Gedeihen der Pflanzen, das Reifen ihrer Samen etc. selbst noch an höheren Standpunkten sehr wesentlich unterstützen.

Auch am Beobachtungspunkte in den Gadmen, obwohl er der Oberfläche des Eises bereits sehr nahe ist, zeigt sich die Wärme noch weit bedeutender als für die gleiche Höhe in der freien Luftsäule zwischen dem Monte-Rosa und Mailand.

Wenn auch anzunehmen ist, dass Beobachtungen an anderen Tagen in der absoluten Grösse des Unterschiedes nicht unbedeutende Abweichungen von den oben gefundenen Werthen ergeben hätten, so sind doch anderseits die Unterschiede so bedeutend, dass es wohl erlaubt ist anzunehmen, ähnliche Verhältnisse kehren an schönen Sommertagen sehr häufig wieder und tragen in hohem Grade zur Verbreitung der Vegetation auf den inselartigen Felsengruppen der Schneeregion bei. Da so schöne Tage, wie derjenige, der unsere Besteigung des Monte-Rosa begünstigte, verhältnissmässig selten sind, so muss im Mittel grösserer Perioden, besonders des Jahres, der Unterschied zwischen der freien Atmosphäre und günstig gelegenen Felsenmassen weit geringer werden. Aehnliche locale Abweichungen der Wärme von den mittleren Verhältnissen sind bei Höhenmessungen sehr störend; man erhält durch dieselben die Höhen leicht etwas zu gross[1]; andererseits ist das Zusammenfliessen kalter Luftmassen am Fusse der Gletscher oft Veranlassung einer Erniedrigung der Temperatur, von welcher ebenfalls die Resultate der Höhenmessungen (im entgegengesetzten Sinne) afficirt werden.

1) Der Umstand, dass in grossen Höhen das Barometer Mittags sein Maximum hat, compensirt diese Störung nur zum geringen Theile. Ueberdies tritt dieser Barometerstand vorzugsweise nur an Punkten ein, die mit der freien Atmosphäre Aehnlichkeit haben, also auch die locale Temperaturerhöhung weniger zeigen

Die Grösse der Abweichung ist nur sehr schwer zu beurtheilen, da sie sowohl von der Gestalt des Bodens als auch von der Lebhaftigkeit der Besonnung und von der Ausstrahlung sehr nahe gelegener beschatteter Punkte abhängt; es dürfte daher nur in wenigen Fällen möglich sein, sie direct bei der Berechnung der Höhen zu berücksichtigen. Einige Male, z. B. No. 58 S. 28. 29, war es durch andere nahe gelegene Beobachtungen möglich, eine Verbesserung für die locale Wärme anzubringen. In den obigen Fällen schien es uns am passendsten ein indirectes Verfahren anzuwenden. Waren nämlich durch eine Reihe von Beobachtungen mit dem Barometer, wie in Gressoney, Zermatt etc., und durch Berechnung nach mehreren verschieden hohen Punkten die absolute Höhe desselben genauer bekannt, so wurden für nahe liegende Punkte stets jene Stationen als correspondirende eingeführt, welche für die erstere die geringste Abweichung vom Mittel ergeben hatte. Da bei günstiger Witterung ähnliche Störungen vorzugsweise eintreten, aber dann zugleich der Thermometer- und Barometerstand häufig mehrere Tage hindurch sich gleichbleiben, so darf man wohl annehmen, auf diese Weise den Einfluss localer Temperaturunterschiede theilweise zu beseitigen. Sehr vortheilhaft fanden wir es auch, die Messung nach einer tiefer liegenden und einer höheren Station (St. Bernh.) zu berechnen, da in diesem Falle die locale Temperaturabweichung des zu berechnenden Punktes im Resultate Unterschiede mit entgegengesetzten Zeichen ergiebt. Durch die Wahl des Aufhängepunktes des Thermometers lassen sich zwar die localen Störungen etwas vermindern; aber solche die von der Bodengestaltung im grossen abhängen, können dessen ungeachtet den wahren mittleren Verhältnissen, in der Allgemeinheit, wie sie die Barometerformel voraussetzt, nur wenig näher gebracht werden[1].

B. Unregelmässige Temperaturvertheilung am 18. und 19. Sept. 1852.

Die Beobachtungen am Huthause im Höllenthale, deren Mittel bereits zur Vergleichung mit den Bodentemperaturen S. 188. 189 mitgetheilt sind, zeigten eine sehr auffallende Unregelmässigkeit der Temperaturabnahme bei dem Eintreten des Südwestwindes. Seine hohe Temperatur bewirkte zugleich, dass auf grosse Strecken die Durchsichtigkeit der Luft sehr bedeutend war. Am St. Bernhard ist die Bewölkung des Himmels an diesem Tag 0,03, wenn 100 den ganz bedeckten Himmel bezeichnet. Der grosse Feuchtigkeitsgehalt dieses Windes, der auf einige Tage von bedeutend niedrigerer Temperatur folgte, bewirkte zugleich, dass sich in vie-

1) Als ein Beispiel solcher Verhältnisse will ich nur eines nennen, nämlich das rasche Sinken des Thermometers nach der Beschattung eines Thales. Am 20. August, einem sehr reinen wolkenlosen Tage, stand in Zermatt das Thermometer um 4^h 30′ p. m. 16,4° C.; es war dies der Moment, wo eben der Bergschatten die Thalsohle bedeckte. 10 Minuten später stand es auf 15,5, war also um 0,9° C gefallen.

len Gegenden, besonders in Frankreich, die atmosphärische Feuchtigkeit an Felsen und Häusern reichlich condensirte, wie bei den ersten warmen Winden beim Anbrechen des Frühlings[1].

Ich fügte in den folgenden Zusammenstellungen der Temperaturen am Huthause, ausser den correspondirenden am Peissenberge, auch jene von Genf und dem St. Bernhard bei. Das Mittel am Huthause ist aus $\frac{\text{VI. II. X.}}{3}$ berechnet[2]; am Peissenberge aus $\frac{\text{VII. II. }_2\text{IX.}}{4}$.

Lufttemperatur am Huthause im Höllenthale. 1502 M. 4625 P. F.

Sept. 1852.	6h a. m.	8h	10h	Mg.	2h p. m.	4h	6h	8h	10h	Mittel des Tages.
16.	—	—	—	—	—	—	—	—	9,0	—
17.	5,9	6,1	7,0	7,4	8,4	8,2	8,3	8,6	8,9	7,7
18.	5,2	6,0	8,2	10,2	9,6	8,6	7,9	7,2	7,0	7,3
19.	12,0	14,1	13,1	13,1	10,0	8,3	7,8	6,0	5,8	9,3
20.	7,0	8,1	10,1	11,6	12,0	8,9	7,9	6,5	6,0	8,3
21.	6,1	7,2	9,0	11,1	12,0	11,0	10,1	9,6	6,0	8,0
22.	3,1	3,3	3,4	3,5	3,6	3,0	2,0	1,5	0,9	2,5
23.	0,5	0,8	1,0	1,9	1,5	1,0	0,6	—	(0,3)	0,6
Minima der Nacht.	16/17	4,8	17/18	3,3	18/19	6,1	19/20	4,1		
	20/21	3,0	21/22	0,2	22/23	−0,3		—		

Mittel vom 17. bis 23. Sept 6,0° C.

Witterungsbemerkungen.

Sept. 17. N.O. Nebel und Regen.

„ 18. Morgens West und Regen, später trübe. Abends Südwind, von 5h ab aufheiternd, Abends Ost, ganz rein.

„ 19. Warmer S.S.W.Wind, Mittags Süd, Abends West. Morgens sehr heiter und klar, Vormittags trübe und Nebel, Abends Regen.

„ 20. Heiter. Wind S.S.W., dann West.

„ 21. Regen während der Nacht, Morgens trübe, dann Regen.

„ 22. Nebel und Regen mit wenig Unterbrechung.

„ 23. Regen.

1) Vergl. Cosmos revue encyclopédique Oct. 1852.

2) Vergl. die Bemerkungen über die Stundencombinationen. S. 322.

Peissenberg (Observ. Pfarrer Ott.) 976 M. 3005 P. F.

Sept.	7^h a. m.	2^h p. m.	9^h p. m.	Mittel.
18.	10,4	14,3	14,3	13,3
19.	17,5	12,9	11,5	13,4
20.	11,0	16,0	12,9	13,2

Witterungsbemerkungen.

	7^h	2^h	9^h	7^h p. m.	2^h p. m.	9^h p. m.
Sept. 18.	W. 1.	W. $1\frac{1}{2}$.	S. $1\frac{1}{2}$.	Nebel u. Regen.	Nebel.	$\frac{1}{4}$ bewölkt.
Sept. 19.	S. 2.	W. $2\frac{1}{2}$.	W.S.W. 3.	$\frac{1}{4}$ bewölkt.	Ganz bewölkt und Regen.	Ganz bewölkt und Regen.
Sept. 20.	S.W. 2.	W. 1.	W. 1.	$\frac{3}{4}$ bewölkt.	$\frac{1}{2}$ bewölkt.	Ziemlich heiter.

Lufttemperatur am St. Bernhard und in Genf.

St. Bernhard.

Sept. 1852.	8^h a. m.	Mg.	4^h p. m.	8^h	Wind.	Bewölkung.
17.	5,5	7,9	6,5	5,4	N.O. 1	0,07
18.	7,0	9,6	11,5	10,3	windstill	0,61
19.	7,2	8,4	8,3	4,0	S.W. 2	0,03
20.	2,7	6,9	7,2	4,5	S.W. 2	0,60
Mittel des Sept.	1,91	3,85	3,21	1,67	—	—

Genf.

Sept. 1852.	8^h a. m.	Mg.	4^h p. m.	8^h	Wind.	Bewölkung.
17.	16,7	21,2	19,0	15,7	veränderl.	0
18.	18,4	24,2	25,4	16,0	S.S.W. 1	0,53
19.	20,7	18,6	17,4	15,1	S.S.W. 1	0,09
20.	15,9	19,5	19,2	14,1	S.S.W. 1	0,32
Mittel des Sept.	13,08	16,27	16,93	14,37	—	—

Aus den Umgebungen der Zugspitze liegen noch einige Beobachtungen vom 19. September an einigen etwas höheren Punkten vor, welche ebenfalls die verhältnissmässig grosse Wärme der oberen Regionen sehr deutlich erkennen lassen[1].

1) Sie sind von A. S. beobachtet, und bereits in den Höhenbestimmungen in den Umgebungen der Zugspitze mitgetheilt S. 92 und S. 96.

Am 19. September war

bei 5080 P. F.	(Obere Wasserplatte)	7h 15' a. m.	Luft	9,8
„ 4625 „	(Huthaus)	„	„	10,0
„ 6991 „	Bergli	1h 45' p. m.	„	11,0
„ 4625 „	Huthaus	„	„	11,2

Es scheint demnach, dass an dem Vormittage des 19. innerhalb einer Luftschicht von 2300 Höhe die Temperatur sehr gleichförmig gewesen ist.

Dass der Gang an sämmtlichen Stationen ganz gleichförmig sei, lässt sich bei der grossen Entfernung derselben ohnehin nicht erwarten.

Sowohl diese Beobachtungen als auch viele ähnliche Beispiele zwischen dem St. Bernhard und Genf zeigen, dass beim Eintreten warmer Winde die untere Station gewöhnlich mehr erwärmt, beim Eintreten kalter Winde mehr erkaltet wird als die obere. Die Temperaturveränderung an der oberen Station wird nemlich der Temperaturdifferenz der beiden wechselnden Winde ziemlich proportional bleiben. An der unteren aber wird die Temperaturveränderung an Punkten, die seitlich von der Beobachtungsstation selbst liegen, auch wenn sie von Winden herrührt, in ähnlicher Weise dazu beitragen, die Schwankungen an der letzteren zu vergrössern, wie in den Ebenen die Wirkungen der Insolationen am Tage und der Ausstrahlung bei Nacht grösser sind (durch den Einfluss seitlich liegender und in ähnlicher Weise afficirter Punkte) als auf isolirten Berggipfeln und auf schmalen Kämmen.

Resultate.

1. Eine Verminderung des Luftdruckes bewirkt eine kleine Ausdehnung der Thermometer-Kugel und eine damit verbundene Erniedrigung des Nullpunktes. Bei empfindlichen Thermometern mit etwas grossen Gefässen, also besonders bei jenen die zu thermobarometrischen Höhenmessungen dienen, kann der Unterschied auf hohen Bergen 17 bis 20 Hundertel betragen, (die einem Fehler von 3 bis 4 Mm. entsprechen würden, wenn man bei Berechnung des Luftdruckes die Aenderung des Nullpunktes unberücksichtigt liesse).

2. Auch in sehr grossen Höhen haben die localen Bodengestaltungen nicht selten noch Einfluss genug, um den täglichen Gang der Temperatur etwas zu verändern. Besonnte schneefreie Wände wirken durch Insolation und spätere Ausstrahlung; günstig gestellte Schneeflächen können durch Reflexion erhöhend auf das Maximum einwirken. Das Minimum kann, auch in grossen Höhen, noch merklich deprimirt werden, wenn die Thalbildung absteigende kalte Luftströme begünstigt. Die Erhöhung der Lufttemperatur, welche dann noch vor dem Wiedererscheinen der Sonne folgen kann, nachdem die Mächtigkeit des absteigenden Luftstromes sich vermindert hat, ist durch das seitliche Zutreten der freien, weniger erkalteten Luftmassen bedingt.

3. Die Zeit des Maximum an hohen Orten, mit der Culmination der Sonne

ziemlich nahe zusammenfallend, scheint von dem Eintritte des Maximums in den tieferen Theilen des Gebirges und in den Ebenen ziemlich unabhängig zu sein. Die im Mittel nicht sehr bedeutende Schnelligkeit des aufsteigenden Luftstromes bewirkt, dass sich die in den Ebenen erzeugte Wärme zu Höhen von 9000 bis 10000 Fuss erst in den späteren Nachmittagsstunden in einem merklichen Grade fortpflanzt.

4. An einzelnen schönen Tagen mit lebhafter Besonnung kann die Temperatur der Luft in der Nähe des Bodens, selbst in der Höhe der Schneeregion, ziemlich bedeutend abweichen von der Wärme der freien Luftsäule, die von allen Einflüssen des besonnten Bodens entfernt ist. Diese Erwärmung kann bisweilen auf ziemlich ausgedehnte Strecken einen Unterschied von 8 bis 10 Graden erreichen. Dies bietet nicht selten, ebenso wie die entsprechenden locale Erkaltung durch absteigende Gletscherwinde, eine wesentliche Schwierigkeit bei barometrischen Höhenmessungen.

5. Die bedeutendsten Störungen der regelmässigen Temperaturabnahme auf grosse Strecken können durch das Eintreten warmer Winde hervorgebracht werden, die sich von den oberen Regionen allmählig gegen die Tiefe verbreiten. Bisweilen geschieht es dann, dass in einer Luftsäule von mehr als 2000' Höhe die Temperatur noch keine merkliche Abnahme zeigt.

CAP. X.

BEITRÄGE ZUR KENNTNISS DER MITTLEREN TEMPERATUR-VERTHEILUNG.

INHALT.

I. NORMALSTATIONEN FÜR DAS ALPENGEBIET.

Tägliche Veränderungen der Temperatur.

Für Padua, Kremsmünster, Genf und den St. Bernhard sind die täglichen Veränderungen der Temperatur der Luft in jedem Monate bekannt.

Diese Beobachtungsreihen sind für die Untersuchung der climatischen Verhältnisse des Alpengebietes ungemein wichtig. Sie zeigen nicht nur den wechselnden Einfluss der Oertlichkeit und der Höhe auf den Temperaturgang unter sehr verschiedenen Verhältnissen, sondern sie bieten zugleich Anhaltspunkte, um aus Temperaturbestimmungen mit beliebigen Beobachtungsstunden das wahre Tagesmittel abzuleiten.

Man kann dabei nach dem Vorgange von KÄMTZ[1] und SCHOUW[2] am besten auf folgende Weise verfahren:

Es seien die Beobachtungen zu 3 beliebigen Stunden gemacht, deren arithmetisches Mittel nicht das wahre Tagesmittel giebt; die Abweichung betrage z. B. im gleichen Monate an einem der 4 für die Alpen oben angeführten Punkte, 0,9° C., es sei zugleich für den letzteren, etwa für Genf, die Summe der Temperaturunterschiede zwischen den Beobachtungsstunden a, b, c, also $b-a+b-c = 5{,}4$, für den Beobachtungspunkt aber, dessen Correction zu bestimmen ist, sei die Temperaturänderung zwischen den Beobachtungsstunden

$$b_1-a_1+b_1-c_1 = 4{,}0°\ C.$$

man erhält dann die anzubringende Correction aus folgender Proportion

$$b-a+b-c : b_1-a_1+b_1-c_1 = \text{corr.} : \text{corr.}_1.$$

oder nach Substitution der angenommenen Zahlenwerthe

$$5{,}4 : 4{,}0 = 0{,}9 : \text{corr.}_1$$

$$\text{corr.}_1 = +0{,}67°\ C.$$

Wählt man zur Ableitung der Correction eine solche Normalstation, für welche $b-a+b-c$ nahe gleich $b_1-a_1+b_1-c_1$ ist, so wird corr. = corr._1.

Da für die Alpen die 4 angegebenen Normalstationen so gelegen sind, dass sie sehr verschiedenartige Verhältnisse sowohl der geographischen Breite, als der Erhebung über dem Meeresspiegel umfassen, so wird man für sehr viele Stationen die Abweichungen der am besten entsprechenden Normalstation unmittelbar als Correction anwenden können.

In den folgenden Tabellen sind die Stundenmittel für jeden einzelnen Monat zusammengestellt. Zugleich sind die Constanten mitgetheilt, welche für die Formel

$$T + a\ sin(\mu+\alpha) + b\ sin(2\mu+\beta) + c\ sin(3\mu+\gamma)$$

berechnet sind[3].

Padua. KÄMTZ Lehrbuch der Meteor. I. S. 67 bis 73. Die stündlichen Beobachtungen von CHIMINELLO, welche mehr als ein Jahr umfassen, wurden von KÄMTZ berechnet.

Kremsmünster. Die Beobachtungen und Berechnungen sind von M. KOLLER, mitgetheilt in der Abhandlung: Ueber den Gang der Wärme in Oesterreich ober der Enns[4]. Zur Bestimmung des Ganges der Wärme dienten die Beobachtungen der Jahre 1833 bis 1839; um 0^h, 3, 4, 6, 10, 18, 21, 22.

Genf und St. Bernhard. Die Beobachtungen und Berechnungen für diese

1) KAEMTZ Lehrb. Meteor. I. S. 104.

2) SCHOUW Climat de l'Italie I. S. 64.

3) Vergl. Cap. IX. S. 279.

4) Eine in der 6ten Generalversammlung der Mitglieder des Francisco-Carolinum's gelesene Abhandlung. Linz 1851.

beiden Stationen sind in PLANTAMOUR's Resumé des observations à Genève et au Grd. St. Bernard, Genève 1851, mitgetheilt[1].

Die ersten 4 Tabellen, in welchen die Constanten der Formel $t = T + a \sin(\mu + \alpha) + \ldots$ enthalten sind, zeigen durch die Veränderungen des Coëfficienten a, wie in den Sommermonaten die Wärme an allen Stationen grösseren Veränderungen unterworfen ist, als im Winter; ferner lässt sich dadurch sehr gut übersehen, wie auch im Jahresmittel die Höhe abstumpfend auf die Extreme einwirkt.

---

1) Vergl. auch die wichtige und ungemein umfassende Abhandlung von DOVE: Ueber die täglichen Veränderungen der Temperatur der Atmosphäre. Abhandlung der Berliner Academie. 1846 S. 81 bis S. 136 und S. 269 bis 272. Es sind dort für 29 Stationen, die über alle Zonen vertheilt sind, die Formeln des täglichen Temperaturganges, und die Resultate für die einzelnen Stunden berechnet. Zugleich sind für die einzelnen Stunden und für die wichtigsten Stundencombinationen die Abweichungen vom Mittel enthalten. Auch in München sind in den letzten Jahren ständliche Beobachtungen über die Lufttemperatur gemacht worden. Die Details dieser Beobachtungen werden von LAMONT in den Annalen der Münchner Sternwarte mitgetheilt.

Uebersicht der täglichen Veränderungen

A. Coëfficienten der Formel $t = T + a \sin(\mu + \alpha)$

1. Padua.

	T	a	b	c	α	β	γ
Januar.	3,7117	1,406	0,5910	0,1315	34°24′	40°36′	66°44′
Februar.	4,8896	1,720	0,5967	0,2055	30 16	49 44	86 33
März.	7,6846	2,170	0,5335	0,1417	34 26	63 27	161 11
April.	13,0288	2,534	0,3676	0,2381	34 53	59 3	198 34
Mai.	19,9683	3,755	0,3989	0,3599	59 52	105 43	247 14
Juni.	21,9254	3,833	0,2282	0,3831	67 21	96 47	251 49
Juli.	26,0558	4,391	0,5066	0,5319	65 23	98 19	252 47
August.	22,7929	4,272	0,7862	0,4988	56 9	76 9	234 12
September.	18,3792	3,025	0,7699	0,1580	48 44	81 17	249 5
October.	14,9258	2,013	0,6517	0,0533	47 20	50 43	258 3
November.	7,7392	2,143	0,9282	0,1866	56 44	60 15	60 15
December.	3,8442	1,693	0,6807	0,2337	48 46	51 45	57 1
Jahr.	13,7463	2,6589	0,5558	0,1220	51 47	66 33	233 0

2. Kremsmünster.

	T	a	b	c	α	β	γ
Januar.	−3,2342	1,1665	0,4145	0,1377	43° 4′	51°21	53°56′
Februar.	−1,0129	1,7375	0,5714	0,2554	39 48	47 1	46 48
März.	2,6879	2,2853	0,5283	0,0809	40 55	60 5	181 11
April.	6,1771	2,4034	0,5009	0,1767	43 14	58 51	187 6
Mai.	12,8288	3,3759	0,1837	0,1504	50 35	125 15	259 23
Juni.	16,7212	3,5477	0,3280	0,1510	55 33	192 7	271 0
Juli.	18,0125	2,8589	0,1360	0,1949	51 26	96 40	250 10
August.	16,6954	3,0356	0,2061	0,2021	49 26	99 19	246 34
September.	13,5508	3,1066	0,4750	0,1578	39 29	64 31	231 13
October.	8,2900	2,6066	0,6254	0,1266	39 8	48 3	355 0
November.	2,3887	1,2629	0,4467	0,1856	38 19	46 18	34 11
December.	0,2646	0,8120	0,4165	0,1854	46 38	40 9	34 35

der Luftwärme im Alpengebiete.

$+ b \sin(2\mu + \beta) + c \sin(3\mu + \gamma)$.

3. Genf.

	T	a	b	c	α	β	γ
Januar.	−0,66	1,37	0,50	0,12	41°,5	44°,2	32°,2
Februar.	1,55	2,14	0,75	0,08	36 ,9	42 ,4	73 ,0
März.	4,26	3,44	0,56	0,04	42 ,3	83 ,0	248 ,5
April.	8,46	3,33	0,36	0,08	49 ,5	104 ,5	255 ,0
Mai.	12,96	3,99	0,37	0,16	52 ,7	122 ,8	260 ,4
Juni.	16,64	4,42	0,22	0,16	54 ,1	192 ,2	271 ,8
Juli.	17,87	4,55	0,27	0,21	51 ,1	151 ,0	256 ,0
August.	16,97	4,64	0,38	0,29	50 ,1	129 ,2	262 ,7
September.	14,32	4,10	0,50	0,20	47 ,1	93 ,3	237 ,3
October.	9,35	2,89	0,52	0,04	51 ,9	70 ,9	156 ,8
November.	4,70	1,95	0,60	0,11	47 ,1	63 ,1	79 ,5
December.	0,73	1,25	0,53	0,10	46 ,6	48 ,2	62 ,1
Jahr.	8,97	3,16	0,37	0,06	48 ,6	80 ,9	263 ,6

4. St. Bernhard.

	T	a	b	α	β
Januar.	−10,33	1,29	0,54	62°,2	91°,1
Februar.	−8,27	1,86	0,75	68 ,3	80 ,0
März.	−7,15	2,65	0,77	67 ,6	93 ,0
April.	−3,17	3,26	0,57	67 ,7	96 ,0
Mai.	0,92	3,52	0,57	64 ,2	110 ,6
Juni.	4,44	2,90	0,39	61 ,3	93 ,0
Juli.	6,02	2,80	0,41	60 ,0	104 ,0
August.	5,40	2,36	0,40	58 ,0	108 ,9
September.	3,00	1,71	0,47	56 ,2	88 ,8
October.	−1,14	1,81	0,35	63 ,7	88 ,4
November.	−4,94	1,36	0,51	63 ,8	70 ,5
December.	−7,32	0,87	0,44	63 ,4	62 ,9
Jahr.	−1,89	2,20	0,50	63 ,2	90 ,0

B. Berechnete Temperaturen für

1. Padua. Nördl. Br. 45° 24′ 2″,5. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0^h	5,01	6,42	9,44	14,72	23,27	24,92
1	5,46	6,85	9,81	15,08	23,54	25,13
2	5,61	6,96	9,96	15,42	23,68	25,25
3	5,49	6,80	9,93	15,61	23,63	25,20
4	5,19	6,51	9,77	15,64	23,27	24,83
5	4,81	6,19	9,50	15,45	22,58	24,11
6	4,44	5,91	9,13	15,02	21,60	23,11
7	4,12	5,65	8,69	14,43	20,53	22,00
8	3,86	5,39	8,22	13,71	19,55	21,04
9	3,64	5,09	7,78	13,07	18,78	20,32
10	3,46	4,79	7,41	12,38	18,24	19,89
11	3,31	4,50	7,13	12,24	17,84	19,62
12	3,18	4,27	6,89	11,97	17,44	19,39
13	3,08	4,10	6,63	11,63	16,95	19,09
14	2,97	3,94	6,30	11,28	16,45	18,78
15	2,83	3,75	5,91	10,83	16,09	18,60
16	2,63	3,48	5,53	10,44	16,09	18,74
17	2,40	3,18	5,28	10,25	16,57	19,32
18	2,22	2,96	5,28	10,41	17,57	20,29
19	2,19	2,95	5,61	10,96	18,85	21,48
20	2,40	3,27	6,26	11,71	20,19	22,63
21	2,88	3,91	7,11	12,61	21,37	23,58
22	3,57	4,78	8,02	13,46	22,26	24,24
23	4,34	5,68	8,83	14,17	22,87	24,65
Mittel.	5,71	4,89	7,68	13,03	19,97	21,93

die einzelnen Stunden. (Cels.)

v. Paris 9° 32′ 4″,5. Höhe 10,4 M. 32 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
30,04	26,70	21,27	16,86	10,48	5,85	16,25	Mg.
30,31	27,10	21,66	17,31	10,88	5,26	16,65	1h p. m.
30,46	27,30	21,77	17,49	10,79	5,26	16,77	2
30,35	27,24	21,58	17,38	10,28	5,91	16,64	3
29,83	26,81	21,11	17,01	9,52	5,35	16,27	4
28,86	25,93	20,44	16,44	8,72	4,77	16,67	5
27,54	24,70	19,67	15,80	8,03	4,30	14,97	6
26,14	23,34	18,94	15,19	7,53	3,97	14,24	7
24,95	22,14	18,34	14,81	7,20	3,74	13,58	8
24,13	21,30	17,92	14,38	6,99	3,54	13,10	9
23,67	20,85	17,63	14,21	6,83	3,33	12,75	10
23,39	20,63	17,36	14,11	6,70	3,11	12,50	11
23,07	20,41	17,01	14,00	6,57	2,91	12,26	Mn.
22,59	20,00	16,53	13,83	6,45	2,77	11,98	1h a. m.
22,03	19,36	15,95	13,58	6,33	2,69	11,65	2
21,62	18,70	15,41	13,30	6,18	2,62	11,33	3
21,65	18,33	15,09	13,06	6,02	2,53	11,14	4
22,31	18.51	15,12	12,95	5,88	2,41	11,19	5
23,57	19,36	15,57	13,05	5,87	2,32	11,54	6
25,17	20,74	16,39	13,38	6,09	2,37	12,18	7
26,79	22,37	17,45	13,92	6,63	2,66	13,02	8
28,13	23,93	18,60	14,64	7,50	3,31	13,95	9
29,07	25,12	19,69	15,43	8,58	4,16	14,87	10
29,66	26,10	20,59	16,30	9,65	5,09	15,65	11
26,06	22,79	18,38	14,93	7,74	3,84	13,75	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

2. Kremsmünster. Nördl. Br. 48° 3' 24". Oestl.

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0^h	−2,00	0,70	4,64	8,24	15,44	19,43
1	−1,70	1,22	5,05	8,59	15,86	19,74
2	−1,66	1,37	5,22	8,75	16,11	19,95
3	−1,83	1,10	5,18	8,73	16,17	20,00
4	−2,15	0,64	4,93	8,54	15,97	19,83
5	−2,49	0.14	4,54	8,18	15,52	19,42
6	−2,79	−0,30	4,04	7,66	14,85	18,79
7	−3,01	−0,56	3,50	7,03	14,06	18,01
8	−3,17	−0,77	2,98	6,39	13,25	17,16
9	−3,32	−0,99	2,53	5,83	12,48	16,29
10	−3,48	−1,24	2,17	5,42	11,78	15,44
11	−3,65	−1,58	1,90	5,16	11,13	14,62
12	−3,82	−1,89	1,65	4,97	10,52	13,88
13	−3,95	−2,13	1,38	4,76	9,96	13,26
14	−4,05	−2,30	1,07	4,48	9,51	12,87
15	−4,12	−2,35	0,73	4,14	9,28	12,80
16	−4,20	−2,41	0,44	3,83	9,35	13,10
17	−4,28	−2,50	0,31	3,69	9,78	13,82
18	−4,33	−2,56	0,42	3,83	10,51	14,79
19	−4,28	−2,58	0,82	4,32	11,44	15,87
20	−4,07	−2,35	1,49	5,09	12,44	16,91
21	−3,67	−1,85	2,32	6,00	13,39	17,80
22	−3,11	−1,05	3,20	6,91	14,21	18,49
23	−2,51	−1,11	4,01	7,68	14,89	19,02
Mittel.	−3,23	−1,01	2,69	6,18	12,83	16,72

Stunden. (Cels.) (Fortsetzung).

Länge v. Paris 11° 47′ 45″,0. Höhe 370 M. 1140 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Stunden.
20,20	19,02	15,81	10,39	3,60	1.23	Mg.
20,57	19,45	16,40	11,10	4,02	1,55	1ʰ p. m.
20,83	19,67	16,75	11,45	4,14	1,62	2
20,92	19,76	16,86	11,40	3,99	1,43	3
20,78	19,61	16,70	11,00	3,65	1,08	4
20,36	19,19	16,27	10,40	3,24	0,70	5
19,73	18,55	15,62	9,72	2,90	0,40	6
18,96	17,77	14,86	9,11	2,67	0,23	7
18,20	16,99	14,13	8,61	2,53	0,15	8
17,53	16,31	13,49	8,22	2,41	0,11	9
16,98	15,74	12,98	7,87	2,25	0,04	10
16,52	15,25	12,55	7,50	2,05	−0,05	11
16,10	14,78	12,13	7,12	1,82	−0,16	Mn.
15,68	14,26	11,65	6,71	1,63	−0,24	1ʰ a. m.
15,31	13,86	11,13	6,32	1,49	−0,26	2
15,07	13,56	10,65	6,02	1,41	−0,26	3
15,09	13,52	10,33	5,83	1,35	−0,27	4
15,41	13,81	10,30	5,81	1,29	−0,32	5
16,03	14,44	10,63	5,93	1,23	−0,41	6
16,84	15,30	11,29	6,25	1,24	−0,48	7
17,72	16,25	12,19	6,78	1,30	−0,44	8
18,53	17,15	13,20	7,52	1,75	−0,21	9
19,20	17,92	14,20	8,45	2,31	0,20	10
19,75	18,53	15,09	9,44	2,98	0,73	11
18,01	16,69	13,55	8,29	2,39	0,26	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

3. Genf. Nördl. Br. 46° 11′ 58″,8. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0h	+0,66	+3,41	+7,09	+11,25	+16,28	+20,01
1	1,09	4,02	7,63	11,65	16,68	20,51
2	1,22	4,27	7,85	11,80	16,86	20,83
3	1,10	4,18	7,77	11,72	16,80	20,91
4	0,76	3,83	7,43	11,42	16,46	20,70
5	0,33	3,26	6,89	10,92	15,86	20,12
6	−0,08	2,73	6,25	10,29	15,09	19,28
7	−0,41	2,19	5,59	9,59	14,21	18,25
8	−0,65	1,73	4,93	8,88	13,32	17,16
9	−0,81	1,37	4,32	8,21	12,49	16,05
10	−0,97	1,09	3,73	7,58	11,72	15,01
11	−1,12	0,87	3,14	6,96	10,98	14,05
12	−1,28	0,70	2,53	6,36	10,26	13,18
13	−1,44	0,51	1,91	5,78	9,56	12,49
14	−1,58	0,29	1,33	5,30	9,01	12,04
15	−1,70	0,03	0,88	5,01	8,77	11,96
16	−1,81	−0,28	0,65	4,98	8,78	12,27
17	−1,89	−0,53	0,72	5,29	9,30	13,04
18	−1,94	−0,64	1,15	5,92	10,19	14,10
19	−1,87	−0,53	1,89	6,80	11,36	15,33
20	−1,64	−0,11	2,90	7,83	12,62	16,54
21	−1,23	+0,62	4,05	8,88	13,82	17,66
22	−0,63	1,56	5,22	9,84	14,85	18,60
23	+0,05	2,55	6,27	10,65	15,67	19,37
Mittel.	−0,66	1,55	4,26	8,46	12,96	16,64

Stunden. (Cels.) (Fortsetzung).

v. Paris 3° 49′ 30″. Höhe 407 M. 1253 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
+21,30	+20,53	+17,65	+12,13	+6,78	+2,11	+11,65	Mg.
21,85	21,08	18,17	12,51	7,12	2,44	12,11	1ʰ p. m.
22,22	21,44	18,43	12,57	7,13	2,49	12,30	2
22,26	21,53	18,42	12,36	6,87	2,30	12,22	3
22,08	21,26	18,12	11,92	6,43	1,94	11,90	4
21,49	20,62	17,53	11,34	5,94	1,53	11,36	5
20,65	19,69	16,71	10,68	5,47	1,14	10,70	6
19,62	18,61	15,77	10,01	5,07	0,82	9,99	7
18,48	17,54	14,84	9,37	4,74	0,59	9,30	8
17,45	16,57	14,00	8,82	4,45	0,43	8,66	9
16,50	15,69	13,28	8,33	4,18	0,30	8,09	10
15,53	14,85	12,63	7,91	3,93	0,21	7,55	11
14,70	13,99	11,99	7,55	3,70	0,13	7,03	Mn.
13,58	13,12	11,31	7,21	3,49	0,06	6,53	1ʰ a. m.
13,25	12,37	10,66	6,91	3,28	−0,03	6,11	2
13,01	11,93	10,15	6,68	3,08	−0,14	5,83	3
13,12	11,97	9,96	6,58	2,91	−0,28	5,78	4
13,79	12,57	10,20	6,68	2,81	−0,41	6,00	5
14,88	13,66	10,92	7,04	2,85	−0,48	6,50	6
16,14	15,05	12,02	7,67	3,13	−0,42	7,25	7
17,54	16,51	13,35	8,54	3,65	−0,15	8,17	8
18,76	17,84	14,69	9,54	4,41	+0,31	9,16	9
19,78	18,95	15,90	10,57	2,59	0,93	10,12	10
20,67	19,83	16,90	11,47	6,13	1,57	10,97	11
17,87	16,97	14,32	9,35	4,70	0,73	8;97	Mittel.

B. Berechnete Temperaturen für die einzelnen

4. St. Bernhard. Nördl. Br. 45° 50′. Oestl. Länge

Stunden.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
0h	−8°,65	−5°,80	−3°,93	−0°,12	+4,61	+7°,37
1	−8,61	−5,72	−3,87	−0,01	4,74	7,58
2	−8,78	−5,94	−4,17	−0,24	4,52	7,49
3	−9,11	−6,43	−4,75	−0,76	4,05	7,20
4	−9,52	−7,06	−5,47	−1,47	3,39	6,70
5	−9,93	−7,73	−6,24	−2,25	2,66	6,09
6	−10,27	−8,32	−6,91	−3,04	1,92	5,44
7	−10,51	−8,76	−7,46	−3,76	1,22	4,79
8	−10,64	−9,02	−7,85	−4,38	0,57	4,19
9	−10,70	−9,13	−8,13	−4,91	−0,04	3,65
10	−10,76	−9,17	−8,35	−5,37	−0,62	3,16
11	−10,80	−9,19	−8,57	−5,78	−1,19	2,69
12	−10,93	−9,26	−8,83	−6,16	−1,72	2,29
13	−11,12	−9,41	−9,13	−6,48	−2,18	1,95
14	−11,34	−9,63	−9,43	−6,71	−2,50	1,75
15	−11,57	−9,85	−9,63	−6,78	−2,60	1,64
16	−11,68	−9,99	−9,67	−6,63	−2,43	1,76
17	−11,68	−9,95	−9,45	−6,21	−1,94	2,09
18	−11,47	−9,70	−8,93	−5,52	−1,24	2,66
19	−11,08	−9,20	−8,14	−4,59	−0,10	3,43
20	−10,54	−8,49	−7,15	−3,51	+1,01	4,33
21	−9,94	−7,67	−6,09	−2,39	2,28	5,27
22	−9,36	−6,86	−5,11	−1,38	3,34	6,14
23	−8,91	−6,20	−4,36	−0,59	4,14	6,88
Mittel.	−10,33	−8,27	−7,15	−3,71	+0,92	4,44

Stunden. (Cels.). (Fortsetzung.)

v. Paris 4° 45'. Höhe 2473 M. 7613 P. F.

Juli.	August.	September.	October.	November.	December.	Jahr.	Stunden.
+8°,84	+7°,78	+4°,89	+0°,83	−3°,24	−6°,15	+0°57	Mg.
9,02	7,92	5,03	0,94	−3,10	−6,03	0,69	1h p. m.
8,93	7,83	4,95	0,95	−3,20	−6,08	0,55	2
8,62	7,57	4,69	0,58	−3,49	−6,29	0,20	3
8,15	7,18	4,31	0,20	−3,90	−6,61	−0,30	4
7,60	6,73	3,88	−0,24	−4,37	−6,98	−0,86	5
7,02	6,27	3,48	−0,69	−4,82	−7,32	−1,40	6
6,45	5,82	3,14	−1,10	−5,18	−7,58	−1,87	7
5,91	5,40	2,87	−1,44	−5,42	−7,74	−2,26	8
5,40	5,00	2,66	−1,73	−5,55	−7,79	−2,58	9
4,91	4,60	2,47	−1,98	−5,60	−7,79	−2,84	10
4,44	4,19	2,28	−2,20	−5,63	−7,73	−3,09	11
4,00	3,78	2,05	−2,41	−5,68	−7,71	−3,35	Mn.
3,61	3,41	1,79	−2,60	−5,77	−7,73	−3,61	1h a. m.
3,34	3,12	1,54	−2,76	−5,91	−7,82	−3,83	2
3,22	2,97	1,33	−2,84	−6,05	−7,95	−3,98	3
3,31	3,01	1,24	−2,81	−6,16	−8,07	−3,98	4
3,64	3,28	1,31	−2,63	−6,17	−8,14	−3,79	5
4,22	3,77	1,58	−2,29	−6,02	−8,10	−3,38	6
5,00	4,45	2,04	−1,80	−5,70	−7,94	−2,77	7
5,90	5,25	2,64	−1,21	−5,26	−7,64	−2,02	8
6,84	6,06	3,32	−0,57	−4,67	−7,25	−1,20	9
7,70	6,81	3,98	+0,03	−4,09	−6,81	−0,44	10
8,39	7,40	4,53	0,52	−3,58	−6,43	+0,18	11
6,02	5,40	3,00	−1,14	−4,94	−7,32	−1,89	Mittel.

Bemerkungen über die Wahl der Beobachtungsstunden.

Die vorhergehenden Tabellen geben uns zugleich einen Anhaltspunkt, die aus verschiedenen Stundencombinationen abgeleiteten Mittel mit dem wahren Tagesmittel zu vergleichen.

Bekanntlich sind verschiedene Combinationen von Beobachtungsstunden vorgeschlagen worden, welche mit Anwendung sehr einfacher Coëfficienten für alle Monate und für sehr verschiedenartige Temperaturcurven Werthe liefern, die dem wahren Mittel sehr nahe entsprechen. Ich nenne als die bekanntesten[1] $\frac{\text{VII}+\text{II}+\text{IX}}{3}$, $\frac{\text{VII}+\text{II}+2\,\text{IX}}{4}$, $\frac{\text{VI}+\text{II}+\text{X}}{3}$, $\frac{\text{VIII}+\text{IX}+\text{VIII}+\text{IX}}{4}$, $\frac{\text{VI}+\text{III}+\text{IX}}{3}$ u. s. w. Bei Anwendung der Combination von $\frac{\text{VI}+\text{II}+\text{X}}{3}$ ist der gleichmässige Abstand zwischen je 2 Beobachtungsstunden sehr günstig, wie die später folgenden Tabellen der Abweichungen zeigen.

Da die Beobachtungen hinreichend getrennt sind, ist hier auch der Temperaturgang während der Nacht mehr berücksichtigt als bei den anderen Combinationen. Dies scheinen wenigstens solche Punkte zu bestätigen, deren Nachttemperaturen durch absteigende Luftströme deprimirt werden. Für diese geben die meisten anderen Combinationen stets die Wärme etwas zu gross.

So vortheilhaft jedoch auch diese von Dove bei den preussischen Stationen eingeführte Combination ist, so wird sie doch verhältnissmässig selten von Freunden der Meteorologie, die aus eigenem Interesse mit Beobachtungen sich beschäftigen, angewandt, weil die frühen Morgenstunden und die späten Abendstunden besonders im Winter etwas unbequem sind.

Wir hatten leider oft Gelegenheit zu sehen, wie bei den sorgfältigsten und regelmässigsten Beobachtungen, die auf unsere Bitte an verschiedenen, besonders an hohen, Punkten angestellt wurden, stets im Winter sehr frühe Abendstunden statt der ursprünglich gewünschten angenommen wurden[2].

Es wird dadurch nicht nur die Berechnung der Tagesmittel sehr umständlich, sondern sie wird zugleich ungeachtet aller Vorsicht bei den Reductionen etwas ungenauer, als wenn passende Beobachtungsstunden gleichmässig eingehalten werden können. Dieser Umstand und zugleich die Hoffnung, dass manche Freunde der

---

1) Die erste Combination wurde von der Mannheimer meteorologischen Gesellschaft vorgeschlagen; Kaemtz hat ihr die 2te Form gegeben, welche weit bessere Resultate liefert. Die 3te Combination ist jene, nach welcher die unter Dove's Leitung stehenden Beobachtungen in Preussen berechnet werden. Die 4te und 5te Formel werden angewandt, um aus den Beobachtungen am St. Bernhard die Mittel abzuleiten.

2) Vergl. die Zeiten der Beobachtungen in den folgenden Angaben über neue Stationen, und Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 323.

Meteorologie sich lieber zu Beobachtungen entschliessen möchten, wenn die Stunden möglichst bequem gelegen sind, bewog mich folgende kleine Untersuchung über die Ableitung des Tagesmittels aus den Extremen und der Beobachtung um 9^h a. m. anzustellen.

Al. von Humboldt hat bekanntlich zuerst darauf aufmerksam gemacht, dass das arithmetische Mittel der Extreme bereits einen ziemlich guten Anhaltspunkt für die Beurtheilung der mittleren Temperatur biete.

In den einzelnen Monaten jedoch sind an Orten im Niveau des Meeres oder in geringen Höhen die arithmetischen Mittel der Extreme im allgemeinen etwas wärmer als das wahre Tagesmittel, besonders im Herbste. Die Sommermonate sind häufig, auf diese Weise berechnet, etwas zu kalt.

An hohen Punkten, z. B. am St. Bernhard, ist das Mittel der Extreme in allen Monaten wärmer als das wahre Mittel, und die Differenz ist in einzelnen Monaten oft sehr beträchtlich.

Hallström[1] und Kämtz[2] haben versucht aus den Angaben des Maximum und Minimum, mit Einführung eines für die einzelnen Monate veränderlichen Coëfficienten; die mittleren Temperaturen durch folgende Formel zu berechnen:

$$T = m + v.(M - m),^{3}$$

wobei m das Minimum, M das Maximum und v den Coëfficienten der verschiedenen Monate bezeichnet.

Werthe des Coëfficienten v in der Formel $T = m + v (M - m)$.

Monate.	Für Beobachtungen zu den kältesten u. wärmsten Stunden.	Für Beobachtungen der wahren Temperaturextreme an Thermometrographen.
Januar.	0,388	0,507
Februar.	0,411	0,476
März.	0,468	0,475
April.	0,481	0,466
Mai.	0,512	0,459
Juni.	0,501	0,453
Juli.	0,488	0,462
August.	0,500	0,451
September.	0,482	0,433
October.	0,433	0,447
November.	0,381	0,496
December.	0,357	0,521

1) Hallstroem: Ueber die Bestimmung der mittleren Wärme. Poggendorff's Ann. IV. S. 373—419.

2) Kaemtz Lehrbuch der Meteorologie I. S. 97.

3) Diese Formel wurde erhalten, indem sie die Tagescurve in 4 Parabeln zerlegten und den Flä-

In einzelnen Fällen scheinen jedoch die Resultate noch Abweichungen zu zeigen, die nicht unbedeutend sind, und selbst mehr als einen halben Grad betragen.

Für Genf z. B. ergiebt diese Formel[1]

im Juli 17,28, wahres Mittel 17,87, Unterschied −0,59° C.;
im Aug. 16,24, „ „ 16,97, „ −0,73° C.

Nimmt man an, dass der Coefficient v der Formel $T = m + v\,(M - m)$ constant wäre und einen mittleren Werth hätte, der zwischen 0,521 und 0,433 liegt, etwa 0,477; so werden für Padua, Kremsmünster und Genf etc. die berechneten Mittel im Durchschnitte für die Wintermonate zu kalt, für die Sommermonate zu warm. An sehr hohen Orten scheinen die Unterschiede sehr unbedeutend zu sein; am St. Bernhard z. B. werden jetzt alle Monate zu warm, bei denen der Unterschied 0,1° C. erreicht.

An den niedrigeren Punkten ist aber die Temperatur um IX Uhr Morgens im Winter zu warm, im Sommer zu kalt. Es lässt sich also daraus übersehen, dass man für diese erwarten darf, eine Combination zwischen den Extremen und der Wärme um IX Uhr aufzufinden, welche mit constanten Coëfficienten in allen Monaten ziemlich gut entsprechen wird. Am St. Bernhard ist zwar die Temperatur um IX^h a. m. in allen Monaten wärmer als das Mittel. Zugleich tritt aber hier auch der Umstand ein, dass eine ungleiche Veränderung des Maximums und des Minimums, zum Beispiel die Wahl eines grösseren Coëfficienten für das Minimum als für das Maximum, bedeutendere Differenzen im berechneten Mittel hervorbringt, als in den tieferen Stationen.

Indem ich also annahm, dass

$$T = xm + yM + z\,\text{IX a. m.}$$

sei, suchte ich die Coëfficienten nach der Methode der kleinsten Quadrate zu bestimmen. Bezeichnen wir das wahre Monatsmittel mit f; so erhält man bekanntlich die Coëfficienten der obigen Formel aus folgenden Gleichungen:

$$x\,\Sigma m^2 + y\Sigma\, mM + z\Sigma\, m\text{IX} - \Sigma\, mf = 0$$
$$x\,\Sigma\, mM + y\Sigma\, M^2 + z\Sigma\, M\text{IX} - \Sigma\, Mf = 0$$
$$x\,\Sigma\, m\text{IX} + y\Sigma\, M\text{IX} + z\Sigma\, \text{IX}^2 - \Sigma\, \text{IX}f = 0$$

Die betreffenden Summen wurden gebildet, indem ich von jeder der 4 Stationen Padua, Kremsmünster, Genf und St. Bernhard den wärmsten und kältesten Monat (Januar und Juli) berücksichtigte (mit Annahme nur einer Decimalstelle)[2].

---

cheninhalt derselben bestimmten. Die Werthe des Coëfficienten v sind die im Cours de météorol. trad. par MARTINS p. 22 mitgetheilten, (sie sind auch enthalten im Lehrbuche u. s. w.; die letzteren aber weichen etwas von den in den franz. Ausgabe enthaltenen und später neu berechneten ab).

1) Mit zu Grundelegung der wahren Extreme, mithin auch der 2ten Verticalreihe der vorhergehenden Tabelle.

2) Die Zahlenwerthe der obigen Summen wurden:

$\Sigma\, m^2 = 1037,2$	$\Sigma\, mM = 1411,1$	$\Sigma\, mf = 1231,2$
$\Sigma\, M^2 = 2055,0$	$\Sigma\, m\text{IX} = 1292,9$	$\Sigma\, mf = 1739,3$
$\Sigma\, \text{IX}^2 = 1653,2$	$\Sigma\, M\text{IX} = 1830,3$	$\Sigma\, \text{IX}f = 1560,9$

Die Constanten ergaben sich daraus: x = 0,498; y = 0,4427; z = 0,07.

Da nur zwei Monate zur Ableitung dieser Coëfficienten benützt waren, liess sich eine kleine Verbesserung derselben auf empirischem Wege versuchen.

Es zeigten die Resultate im allgemeinen etwas geringere Abweichungen und zugleich wurde die Berechnung etwas vereinfacht, indem ich setzte:

$$x = 0{,}5$$
$$y = 0{,}4$$
$$z = 0{,}11$$

In der Tabelle S. 328 bis 333 sind für Padua, Kremsmünster etc. die Correctionen für die verschiedenen Combinationen gegeben.

In Padua und Kremsmünster wurden nur die Temperaturen der wärmsten und kältesten Stunde, nicht die absoluten Extreme benützt; für Genf und den St. Bernhard waren die absoluten Extreme selbst unmittelbar durch Auflösung der Gleichungen für die einzelnen Monate bestimmt. PLANTAMOUR, der dieselben berechnete, erhielt folgende Werthe:

Werthe der Extreme für die einzelnen Monate.

Monate.	Genf. Maximum. Z. P. M.	T° C.	Genf. Minimum. Z. A. M.	T° C.	St. Bernhard. Maximum. Z. P. M.	T° C.	St. Bernhard. Minimum. Z. A. M.	T° C.
Januar	2h 1m	1,22	6h 0m	−1,94	0h 40m	−8,60	4h 24m	−11,71
Februar	2 13	4,28	6 4	−0,65	0 45	−5,70	4 21	−10,00
März	2 13	7,86	4 16	0,43	0 39	−3,85	3 40	−9,68
April	2 10	11,81	3 35	4,95	0 48	0,00	2 51	− ,79
Mai	2 15	16,88	3 19	8,69	0 50	4,75	2 54	−2,61
Juni	2 46	20,92	2 43	11,94	1 15	7,59	2 58	1,64
Juli	2 49	22,27	3 11	13,00	1 9	9,02	3 6	3,22
August	2 46	21,54	3 26	11,88	1 6	7,92	3 18	2,96
September	2 29	18,46	3 58	9,96	1 7	5,03	4 8	1,24
October	1 43	12,59	4 4	6,58	1 2	0,94	3 16	−2,85
November	1 32	7,17	5 16	2,80	1 6	−3,10	4 33	−6,18
December	1 42	2,50	6 6	−0,49	1 12	−6,02	5 12	−8,14
Jahr	2 13	12,31	3 44	5,77	0 57	0,70	3 31	−4,00

Diese Uebersicht lässt zugleich erkennen, dass an dem höheren Orte die Zeit des Minimums weit geringeren Veränderungen unterworfen ist, und dass am St.

Bernhard das Maximum stets früher eintritt als in Genf[1]. Vergleicht man diese Temperaturen mit jenen der kältesten und wärmsten Stunden in den Tabellen S. 318 u. ff., so zeigt sich, dass es für die Berechnung des Tagesmittels nach der Formel $T = 0{,}4M\ 0{,}5m + 0{,}11\,\mathrm{IX}_a$ ganz ohne Einfluss ist, welche von beiden Werthen man wählt. Muss auch angenommen werden, dass an anderen Orten, z. B. in Padua, die Abweichungen der extremen Stunden von den wahren Extremen grösser ist, so wird doch auf das Resultat dieser Umstand wenig Einfluss äussern, weil für das Maximum und Minimum die Abweichungen entgegengesetzte Zeichen haben. Da überdies der Coëfficient des Minimums grösser ist als jener des Maximums, so wird dadurch zugleich der Umstand berücksichtigt, dass sich zur Zeit des Minimums die Temperatur ein wenig rascher ändert, als zur Zeit des Maximums.

Die Zusammenstellungen der Correctionen in den folgenden Tabellen zeigen demnach, dass sich aus der Beobachtung um IX Uhr Morgens und den Extremen durch die Formel $T = 0{,}4M + 0{,}5m + 0{,}11\,\mathrm{IX}$ die mittlere Tagestemperatur bestimmen lässt; die Correctionen sind nahe zu eben so gross, als jene der Combination[2] $\frac{\mathrm{VII} + \mathrm{II} + 2\,\mathrm{IX}}{4}$. In Tabelle 5 sind zugleich die Resultate der verschiedenen Stundencombinationen für kürzere Reihen an sehr hohen Orten beigefügt[3].

Die hier angegebenen Combinationen sind empirisch gefunden. Man kann jedoch auch auf directem Wege die mittlere Temperatur durch das Verfahren der mechanischen Quadratur bestimmen, und man wendet dabei am besten die von GAUSS vorgeschlagene Methode an; es wird die Berechnung nicht nach gleich weit abstehenden Ordinaten ausgeführt, sondern die Ordinaten selbst werden dabei so ausgewählt, dass sie eine möglichst genaue Annäherung geben[4].

---

1) Vergl. Cap. IX. S. 289.

2) Die Abweichungen beider Formeln haben, wie es scheint, gewöhnlich entgegengesetzte Zeichen. Würde man demnach um VII. IX_a. II u. IX_p beobachten und zugleich die Extreme bestimmen, so lassen sich, wie ich in der 6ten Horizontalreihe der Tabellen anzudeuten versuchte, sehr gute Bestimmungen der mittleren Temperatur erreichen. — Man kann die Resultate der verschiedenen Stundencombinationen unter sich annähernd vergleichen, indem man die Abweichungen für alle einzelnen Monate, also 48 Werthe für jede Combination der Grösse nach, ohne Berücksichtigung des Zeichens ordnet, und den Werth, der in dieser Reihe zwischen dem 24. und 25. Gliede liegt, als wahrscheinlichen Fehler betrachtet. Man erhält dann

für $\frac{\mathrm{VII} + \mathrm{II} + 2\mathrm{IX}}{4}$: 0,10° C.; für $\frac{\mathrm{VI} + \mathrm{II} + \mathrm{X}}{3}$: 0,04.
für $0{,}4M + 0{,}5m + 0{,}11\mathrm{IX}$: 0,08; für die Mittel aus den
für das Mittel aus beiden : 0,04; täglichen Extremen : 0,18.

3) Die Abweichungen lassen erkennen, dass auch unter diesen unregelmässigen Verhältnissen die Combination $\frac{\mathrm{VI} + \mathrm{II} + \mathrm{X}}{3}$ durch günstige Resultate sich auszeichnet.

4) Vergl. GAUSS Comment. Gött. 1811 und MINDING Handb. der Differential- und Integralrechnung. 1836. S. 231. Dort ist auch die von JACOBI gegebene Herleitung enthalten.

Um diese Methode für die Berechnung der mittleren Tagestemperatur anzuwenden, ist es nöthig die Temperaturcurve in 2 Theile zu zerlegen, deren einer dem Tage, der andere der Nacht entspricht. Beide sind vom Sonnenaufgange und vom Sonnenuntergange begrenzt. Zugleich sind wenigstens 4 Beobachtungen nöthig, 2 am Tage und 2 während der Nacht. Da die Grösse der beiden Theile im Laufe des Jahres sich ändert, müssen auch die Beobachtungsstunden geändert werden.

ENKE[1] hat dieses Verfahren fünf Jahre hindurch (1836 bis 1840) angewandt, um für Berlin aus 3 Beobachtungen die mittlere Tageswärme (zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang) zu bestimmen.

Setzt man die Tageslänge = 1, so wird folgendes die Werthe der Ordinaten a_1, a_2.. und ihrer Coëfficienten, k_1, k_2..:

Für 2 Beobachtungen:

$a_1 = 0{,}211325 \quad k_1 = k_2 = \frac{1}{2}$

$a_2 = 0{,}788675$

Für 3 Beobachtungen:

$a_1 = 0{,}112702 \quad k_1 = k_3 = \frac{5}{18}$

$a_2 = 0{,}5 \quad k_2 = \frac{4}{9}$

$a_3 = 0{,}887298$

Für 4 Beobachtungen:

$a_1 = 0{,}069432 \quad k_1 = k_4 = 0{,}773927$

$a_2 = 0{,}330001 \quad k_2 = k_3 = 0{,}326073$

$a_3 = 0{,}669991$

$a_4 = 0{,}930568$

Ist auf dieselbe Weise die Temperatur des Tages und der Nacht gefunden, so erhält man die mittlere Wärme der 24 Stunden, indem man das Resultat jeder Gruppe mit der Zahl der Stunden multiplicirt, die sie umfasst, und die Summe beider Produkte durch 24 dividirt.

Für die unmittelbare Ausführung ähnlicher Beobachtungen, welche die 24stündige Periode umfassen, dürfte jedoch die Lage der Stunden und ihre Veränderlichkeit stets eine wesentliche Schwierigkeit bieten. Sehr vortheilhaft jedoch lässt sich diese Methode auch für das Problem der mittleren Temperaturen anwenden, um aus den graphischen Aufzeichnungen zuverlässiger registrirender Instrumente die wahren Mittel abzuleiten.

Wenn man sich das Schema derjenigen Stunden, die in jedem Monat nöthig sind, entworfen hat, ist es weit einfacher, nur diese Punkte der Curve in Grade zu übersetzen, und mit den entsprechenden Coëfficienten zu versehen, als für jede volle Stunde die Uebersetzung der Curve auszuführen.

---

2) Astronomische Beobachtungen auf der Sternwarte zu Berlin. Bd. 3. S. XX. 1848.

Vergleichung verschiedener

1. Padua.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	3,71	4,89	7,68	13,03	19,97	21,93
Correctionen für:						
IX a. m.	+0,83	+0,98	+0,57	+0,42	−1,40	−1,65
$\frac{M+m}{2}$	−0,13	−0,04	+0,10	+0,08	+0,12	+0,05
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	−0,06	−0,13	−0,10	−0,10	−0,05	+0,09
(b) 0,4M+0,5m+0,11 IXa	+0,05	+0,20	+0,27	+0,26	+0,10	+0,03
$\frac{a+b}{2}$	0	+0,03	+0,08	+0,08	+0,02	+0,06
$\frac{VI+II+X}{3}$	−0,05	−0,01	+0,13	+0,29	+0,14	+0,12

2. Kremsmünster.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	−3,26	−1,01	2,66	6,18	12,85	16,72
Correctionen für:						
IX a. m.	+0,44	+0,84	+0,37	+0,18	−0,56	−1,08
$\frac{M+m}{2}$	−0,24	−0,40	−0,08	−0,04	+0,10	+0,32
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	−0,09	−0,21	−0,09	0	−0,30	−0,38
(b) 0,4M+0,5m+0,11 IXa	0	−0,06	+0,19	+0,18	+0,25	+0,36
$\frac{a+b}{2}$	−0,04	−0,13	+0,05	+0,09	−0,02	−0,01
$\frac{VI+II+X}{3}$	−0,07	−0,20	+0,09	+0,18	+0,03	−0,01

Stundencombinationen.

1. Padua.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
26,06	22,79	18,38	14,93	7,74	3,84	13,75	Mittel.
							Correctionen für:
−2,07	−1,14	−0,22	+0,29	+0,24	+0,53	−0,20	IX a. m.
+0,02	−0,23	−0,13	−0,28	−0,60	−0,51	−0,13	$\frac{M+m}{2}$
+0,09	+0,05	−0,12	+0,02	+0,02	+0,16	−0,04	(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$
−0,03	+0,07	+0,08	−0,15	−0,37	−0,05	−0,06	(b) 0,4M+0,5m+0,11IXa
−0,03	+0,06	−0,02	−0,08	−0,17	−0,05	−0,05	$\frac{a+b}{2}$
+0,16	+0,29	+0,06	+0,01	−0,09	+0,20	+0,06	$\frac{VI+II+X}{3}$

2. Kremsmünster.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	
18,01	16,69	13,55	8,29	1,49	0,27	Mittel.
						Correctionen für:
−0,52	−0,46	+0,35	+0,77	+0,64	+0,47	IX a. m.
+0,01	+0,05	−0,03	−0,34	−0,30	−0,31	$\frac{M+m}{2}$
−0,17	−0.21	−0,20	−0,24	−0,16	−0,08	(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$
+0,07	+0,14	+0,20	−0,02	−0,07	−0,12	(b) 0,4M+0,5m+0,11IXa
−0,05	−0,03	0	−0,11	−0,11	−0,10	$\frac{a+b}{2}$
+0,06	+0,07	+0,11	−0,13	−0,15	−0,16	$\frac{VI+II+X}{3}$

Vergleichung verschiedener

3. Genf.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	−0,66	+1,55	4,26	8,46	12,96	16,64
Correctionen für:						
XI a. m.	+0,57	+0,93	+0,21	−0,42	−0,86	−1,02
$\frac{M+m}{2}$	−0,30	−0,27	+0,01	+0,08	+0,18	+0,21
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	−0,09	−0,07	−0,33	−0,30	−0,34	−0,43
(b) 0,4M+0,5m+0,11 IX a	−0,04	+0,09	+0,35	+0,28	+0,34	+0,36
$\frac{a+b}{2}$	−0,06	+0,01	+0,01	−0,01	0	−0,03
$\frac{VI+II+X}{3}$	−0,10	−0,02	+0,02	+0,03	−0,04	+0,01

4. St. Bernhard.

	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
Mittel.	−10,33	−8,27	−7,15	−3,71	+0,92	4,44
Correctionen für:						
IX a. m.	−0,39	−0,60	−1,06	−1,32	−1,36	−0,83
$\frac{M+m}{2}$	−0,16	−0,42	−0,38	−0,30	−0,15	−0,17
(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$	−0,01	+0,08	−0,01	−0,05	−0,16	−0,11
(b) 0,4M+0,5m+0,11 IX a	+0,05	−0,15	−0,10	−0,05	+0,07	0
$\frac{a+b}{2}$	+0,02	−0,03	−0,05	−0,05	+0,04	−0,05
$\frac{VI+II+IX}{3}$	+0,01	0	0	0	0	0

Stundencombinationen. (Fortsetzung.)

3. Genf.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
17,87	16,97	14,32	9,35	4,70	0,73	8,97	Mittel.
							Correctionen für:
−0,89	−0,87	−0,37	−0,19	+0,29	+0,42	−0,19	IX a. m.
+0,24	+0,26	+0,11	−0,23	−0,28	−0,28	+0,02	$\frac{M+m}{2}$
−0,45	−0,44	−0,29	−0,12	−0,09	0	−0,25	(a) $\frac{VII+II+2IXp}{4}$
+0,40	+0,45	+0.34	−0,03	−0,05	−0,06	+0,15	(b) 0,4M+05,m+0,11IXa
−0,02	0	−0,02	−0,07	−0,07	−0,03	−0,05	$\frac{a+b}{2}$
0	+0,04	+0,11	+0,04	−0,02	−0,04	+0,01	$\frac{VI+II+X}{3}$

4. St. Bernhard.

Juli.	August.	Sept.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	
6,02	5,40	3,00	−1,14	−4,94	−7,32	−1,89	Mittel.
							Correctionen für:
−0,82	−0,66	−0,32	−0,57	−0,27	−0,07	−0,69	IX a. m.
−0,10	−0,04	−0,13	−0,18	−0,30	−0,24	−0,24	$\frac{M+m}{2}$
−0,16	−0,17	−0,08	−0,04	+0,06	+0,08	−0,04	(a) $\frac{VII+II+2,IXp}{4}$
+0,05	+0,08	0	−0,03	−1,10	−0,04	−0,04	(b) 0,4M+0,5m+0,11IXa
+0,05	−0,04	−0,04	−0,03	−0,02	+0,02	−0,04	$\frac{a+b}{2}$
0	0	0	0	0	0	0	$\frac{VI+II+IXp}{3}$

5. Beobachtungen an hohen Punkten in einzelnen Monaten.

	Johannishütte. 2463 M. 7581 P. F. Aug. u. Sept. 1848.	Vincenthütte. 3162 M. 7581 P. F. Sept. 1851	Col du Géant. 3413 M. 10506 P. F. Juli 1788.	Gr. Plateau M. Blanc. 3930 M. 12100 P. F. Aug. 1844.
Mittel.	+4,1	+0,3	+2,9	−4,3
Correctionen für:				
IX a. m.	−2,3	−2,4	−1,2	−1,3
$\frac{M+m}{2}$	−0,5	+0,4	−0,3	−0,1
$\frac{VII+II+2\,IXp}{4}$	−0,4	0	−0,1	+0,2
0,4M + 0,5m + 0,1 IXa	−0,2	+0,5	−0,1	−0,1
$\frac{VI+II+X}{3}$	−0,1	+0,3	−0,3	+0,3

II. MONATLICHE MITTEL NEUER BEOBACHTUNGSSTATIONEN.

1. Kärnthen.

Nach den Beobachtungen PRETTNER's, welche die letzten 10 Jahre 1842 bis 1852 incl. umfassen, ist die mittlere Temperatur der einzelnen Monate in Klagenfurt folgende: (Réaum.)

Klagenfurt 1843 bis 1852. $\frac{VII+II+2IX}{4}$

December	−3,44° R.	März	+1,46° R.
Januar	−4,42	April	7,01
Februar	−1,88	Mai	10,76
Winter . .	−3,25	Frühling . .	6,41
Juni	14,27	September	10,51
Juli	14,73	October	7,42
August	13,66	November	1,05
Sommer . .	14,22	Herbst . . .	6,33

Die früheren Beobachtungen des Herrn MATHIAS ACHAZEL, Professor der Mathematik in Klagenfurt (gestorben 1845) umfassen die Zeit von 1801 bis 1845. Die Beobachtungsstunden waren 8^h Morgens, 1^h und 6^h Abends. ACHAZEL, der daraus das arithmetische Mittel nahm, erhielt also die Wärme zu gross.

Er hatte nach diesem Verfahren folgende Mittel seiner langen Beobachtungsreihe gefunden: (Réaum.)

Klagenfurt 1801 bis 1845. $\frac{VII+I+VI}{3}$

December	−7,67° R.	März	3,94° R.
Januar	−3,87	April	9,21
Februar	−1,32	Mai	13,59
Winter . . .	2,32	Frühling . .	8,91
Juni	15,70	September	12,64
Juli	17,02	October	7,89
August	15,02	November	2,10
Sommer . .	16,21	Herbst . .	7,54

Da diese Mittel die Temperatur nothwendig zu hoch ergeben, hat Herr PRETTNER die Beobachtungen von 1830 bis 1845 in der Art umgerechnet, dass er die Mittel

der einzelnen Beobachtungsstunden zusammenstellte, und dies nach dem von Kämtz und Schouw angegebenen Verfahren mit Correctionen versah, um die wahren Tagesmittel daraus abzuleiten.

Für die einzelnen Monate fand er folgende Temperaturen:

Klagenfurt 1830 bis 1845 Reducirt auf die Stundencombination. $\frac{VII+II+2IX}{4}$

December	−2,97° R.	März	1,57° R.
Jannar	−4,03	April	7,51
Februar	−1,35	Mai	11,03
Winter . .	−2,78	Frühling . .	6,70
Juni	14,83	September	10,73
Juli	15,07	October	7,45
August	14,21	November	0,97
Sommer . .	14,70	Herbst . . .	6,38

Man kann demnach die mittlere Temperatur von Klagenfurt der 25jährigen Beobachtungsreihe gleichsetzen, oder den neueren Zeitraum auf wahre Mittel reduciren, nämlich die Beobachtungen Prettner's, die sich durch die Sorgfalt der Ablesungen, durch die Wahl der Stunden und die Richtigkeit der Instrumente jedenfalls sehr wesentlich von jenen Achazel's auszeichnen.

Prettner's Thermometer befinden sich in einem freien, auch dem Nordwinde zugänglichen Garten, während sich bei der früheren Beobachtungsreihe das Thermometer innerhalb der Stadt selbst, und zwar an einem gegen Nordwinde sehr geschützten Platze befand.

Um die zehnjährigen Mittel von 1843 bis 1852 (exclusive Nov. u. Dec. 1852) auf wahre Mittel zu reduciren, benützte ich die von Dove mitgetheilten Abweichungen der Temperatur für Wien von 1843 bis 1850; für 1851 und 1852 führte er die Abweichungen ein, die aus den Berliner Beobachtungen abgeleitet sind, was die mittleren Correctionen gewiss nicht verändert.

Die Abweichungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Zahlen für November und December 1852 sind eingeklammert, weil sie bei der Reduction der Mittel nicht in Rechnung gebracht wurden; diese beiden Monate für 1852 fehlen nämlich in der Tabelle der vorhergehenden Seite, die ich im November 1852 erhielt; sie reicht vom 1. Januar 1843 bis Ende October 1852.

Abweichungen der Monatsmittel der Jahre 1843 bis 1852. °R.

Jahr.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.
1843	1,95	4,10	−1,47	−0,62	−2,14	−2,57
1844	−0,14	−1,01	−1,71	0,02	−1,03	−0,01
1845	1,80	−3,35	−4,28	0,11	−2,88	−1,28
1846	2,34	1,76	1,52	0,74	0,11	0,78
1847	−1,68	−0,56	−1,55	−2,13	0,79	−3,29
1848	−4,90	1,23	0,82	1,15	−1,73	0,53
1849	−0,86	2,51	−1,06	−1,98	−1,37	−0,15
1850	−2,95	2,37	−2,48	−0,35	−1,24	−0,70
1851	2,90	1,43	0,19	1,21	−3,17	−1,71
1852	4,72	1,66	−1,22	−2,53	0,31	−0,26

Jahr.	Juli.	August.	September.	October.	November.	December.
1843	−1,29	−0,75	−1,50	−0,64	−0,52	2,59
1844	−2,23	−2,48	−0,11	0,96	1,55	−3,61
1845	−0,09	−2,16	−1,46	0,37	0,87	2,00
1846	1,82	0,56	0,25	2,49	−1,87	−1,59
1847	−1,21	−0,40	−2,48	−1,88	−1,44	−0,22
1848	−1,33	−1,62	−1,19	0,76	−0,39	−0,66
1849	−1,89	−3,01	−1,85	−0,74	−1,43	−1,67
1850	−1,90	−0,83	−2,50	−1,20	1,14	0,17
1851	−1,15	0,01	−1,28	1,30	−1,74	0,68
1852	1,41	0,78	−0,08	−0,92	(1,70)[1]	(3,26)[1]

Es wurden also an den oben Seite 333 angeführten Monatsmittel als Correctionen angebracht: (Réaum.)

Januar	−0,32° R.	Juli	+0,69° R.
Februar	−1,01	August	+0,99
März	+1,12	September	+1,33
April	+0,44	October	−0,05
Mai	+1,24	November	+0,35
Juni	+0,87	December	+0,23[2]

woraus sich folgende Werthe ergeben:

1) Mit Berücksichtigung der Beobachtung von 1852 wäre Nov. −0,18, Dec. +0,10. °R.

2) Die ganze 10jährige Reihe ergiebt für November +0,18, für December −0,10. °R

Mittlere Temperatur für Klagenfurt. Auf wahre Mittel reducirt.

Monate.	R.	C.		R.	C.
Januar.	−4,74	−5,93	Winter.	−3,61	−4,25
Februar.	−2,89	−3,61	Frühling.	7,04	9,18
März.	2,58	3,23			
April.	7,45	9,31	Sommer.	15,07	18,44
Mai.	12,00	15,00			
Juni.	15,14	18,93	Herbst.	6,87	8,59
Juli.	15,42	16,28	Winter.	−3,61	−4,52
August.	14,65	18,31			
September.	11,84	14,80	Jahresmitt.	6,42	8,02
October.	7,37	9,21			
November.	1,40	1,75			
December.	−3,21	−4,11			

Von den folgenden Stationen in Kärnthen wurden uns seit mehreren Jahren von Herren Prettner die Beobachtungen mitgetheilt. Sie werden jetzt monatlich in „Mittheilungen über Gegenstände der Landwirthschaft und Industrie Kärnthens“ und seit 1853 auch in den Monatsberichten der Wiener Academie[1] veröffentlicht.

Ich versuchte die bisher vorhandenen Beobachtungsreihen auf wahre Mittel zu reduciren, indem ich zunächst die gleichzeitigen Abweichungen der Wärme in Klagenfurt zu Grunde legte.

Zugleich suchte ich bei manchen Stationen einige kleine Unregelmässigkeiten dadurch zu entfernen, dass ich bei nahe gelegenen Orten, wenn zugleich der Höhenunterschied nicht sehr gross war, das Mittel der Abweichungen zweier Orte als Correction für beide anwandte. Ferner zeigte sowohl der monatliche Gang der Wärme als die Beobachtungen der einzelnen Stunden, dass die periodischen Veränderungen am Obir, besonders am obersten Beobachtungspunkte, bedeutend geringer sind, als an den übrigen Stationen. Aehnliches lassen auch die bereits vorhandenen Beobachtungsreihen, 4 Jahre, für die nicht periodischen Veränderungen erkennen. Es wurden demnach auch hier einige kleine Abweichungen von den aus Klagenfurt unmittelbar abgeleiteten Correctionen nöthig; ich suchte sie annähernd dadurch zu

1) Die monatlichen Berichte der K. K. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus unter Kreil's einsichtsvoller Leitung umfassen bereits jetzt mehr als 40 Beobachtungsorte im österreichischen Kaiserstaate. Darunter befinden sich auch viele neue Stationen für das Alpengebiet. Diese Publicationen haben erst 1853 begonnen; dies wird mich entschuldigen, dass ich diese neuen Stationen nicht mehr in die folgenden Untersuchungen aufnehmen konnte. (Juli 1853.)

bestimmen, dass ich annahm, am Obir seien diejenigen Monate der Beobachtungsreihen dem wahren Mittel am nächsten, welche auch in Klagenfurt die geringste Abweichung zeigten[1].

Die reducirten Mittel für die verschiedenen Stationen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die kleinen Zahlen neben den Höhen der Beobachtungsorte beziehen sich auf die Zahl der Jahre (bis Ende 1852).

1) Obwohl es kaum zu vermeiden ist, dass die hier berechneten Mittel von jenen Werthen etwas abweichen werden, welche später eine länger fortgesetzte Beobachtungsreihe ergeben wird, so schien es mir doch nöthig, diese Reductionen schon jetzt zu versuchen, um im 4ten Theile die Betrachtung der thermischen Verhältnisse der Alpen etwas näher begründen zu können.

Uebersicht der Temperatur-

Celsius. Auf vieljährige

Monate.	Klagenfurt. 1340' (10).	Althofen. 2185' (3).	Radsberg. 2402' (4).	Sörg. 2539' (2).	Leoben. 2640' (1).	St. Jacob. 2920' (2).	Sagritz. 3520' (4).	St. Peter. 3707' (3).
Januar	−5,93	−5,7	−6,0	−4,6	−6,1	−5,3	−4,3	−6,4
Februar	−3,61	−1,3	−2,4	−1,4	−2,6	−4,0	−3,1	−5,3
März	3,21	2,6	3,1	2,6	1,5	0,5	1,0	0,4
April	9,31	7,8	8,4	8,1	6,6	6,4	5,1	5,1
Mai	15,00	12,1	12,9	13,1	10,8	10,6	9,8	8,4
Juni	18,93	16,3	17,5	16,4	14,9	16,6	12,4	13,3
Juli	19,28	17,4	17,6	17,8	16,0	17,0	15,5	13,5
August	18,31	16,4	16,5	17,0	15,1	16,5	13,9	13,3
September	14,80	13,1	12,0	12,4	11,9	12,3	10,9	9,4
October	9,21	8,5	8,9	7,8	7,5	8,1	6,5	5,4
November	1,75	2,1	0,5	0,9	1,4	−0,8	1,0	−2,1
December	−4,01	−2,1	−3,8	−2,0	−3,1	−2,1	−1,9	−4,1
Winter	−4,52	−3,03	−4,07	−2,67	−3,93	−3,80	−3,10	−5,27
Frühling	+9,17	+7,50	+8,13	+7,93	+6,30	+5,83	+5,30	+4,63
Sommer	18,84	16,7	17,20	17,07	15,33	16,7	13,93	13,37
Herbst	8,59	7,90	7,13	7,03	6,93	6,53	6,13	4,23
Jahr	8,02	7,27	7,10	7,34	6,16	6,32	5,57	4,24

beobachtungen in Kärnthen.

Mittel reducirt. Höhen Par. F.

Heiligenblut. 4004' (4).	St. Lorenz. 4535' (2).	Obir I. 3770' (4).	Obir II. 4948' (4).	Obir III. 6281' (4).	Johannis-hütte. 7581'.	Fleuss, Goldzeche. 8590' (1).	Gross-glockner. 12158'.	Monate.
−5,0	−6,4	−2,5	−2,7	−6,3	−10,3	−12,4	−17,5	Januar.
−3,9	−6,0	−2,6	−4,1	−7,8	−10,3	−12,6	−17,0	Februar.
0,4	−0,6	2,6	1,9	−5,6	−6,7	−9,0	−16,5	März.
4,6	4,6	6,4	4,5	−0,8	−0,9	−5,2	−12,0	April.
9,0	7,5	11,7	10,6	1,4	1,6	−0,3	−9,0	Mai.
12,1	13,6	13,4	11,6	8,1	4,5	+2,0	−7,0	Juni.
13,7	14,0	15,4	14,9	9,4	7,0	4,0	−5,5	Juli.
12,3	12,6	14,8	13,9	8,0	6,3	3,8	−5,5	August.
11,1	8,5	11,4	10,8	5,5	3,0	1,0	−6,5	September.
9,0	6,0	7,6	6,5	1,6	−0,2	−2,0	−8,5	October.
1,1	−2,8	2,9	2,3	−2,6	−5,8	−7,6	−12,5	November.
−2,3	−4,1	0,0	−0,6	−4,9	−8,0	−9,3	−15,0	December.
−3,73	−5,47	−1,70	−2,47	−6,3	−9,53	−11,43	−16,5	Winter.
+4,67	+3,83	+6,90	+5,67	−1,7	−2,0	−4,83	−12,5	Frühling.
12,70	13,40	14,53	13,47	+8,5	+5,93	+3,27	−6,0	Sommer.
7,07	3,90	7,30	6,53	+1,5	−1,0	−2,67	−9,2	Herbst.
5,18	3,91	6,76	5,80	+0,5	−1,65	−3,29	−11,0	Jahr.

Diese verschiedenen Beobachtungspunkte lassen sich bei näherer Betrachtung in 2 Gruppen unterscheiden; die eine zeichnet sich durch verhältnissmässig wenig kalte Winter aus, die andere durch strengere Winter und zugleich durch höhere Sommerwärme. Wir haben schon früher versucht, diese Verhältnisse an einzelnen dieser Stationen mit der Gestalt des Bodens zu vergleichen, und fanden dabei, dass Abhänge besonders auf südlichen Abdachungen entschieden zu dem ersteren, weniger extremen Typus gehören; die Thalsohlen und die Ebenen am Fusse grösserer Gebirge hingegen extremere Temperaturverhältnisse aufweisen. Wenn ich dies auch hier erwähne, so geschieht es nur um darauf aufmerksam zu machen, wie weit verbreitet in Gebirgen ähnliche Einflüsse sind, und wie die direct beobachtete Wärme, nämlich jene in der Nähe des Bodens, verglichen mit mittleren Verhältnissen constante Abweichungen zeigt, die sich auf das innigste an die Bodengestaltungen anschliessen und mehr oder weniger auf jeder Beobachtungsstation in Gebirgen vorkommen.

Für die obere Station des Obir (III) ist noch zu erwähnen, dass sich der Februar im Durchschnittte entschieden kälter ergab, als der Januar, eine Erscheinung, die auch am St. Bernhard sehr häufig ist; obwohl im Mittel der Januar um 1,3° C. kälter ist als der Februar, zeigte sich doch im Zeitraume von 1811 bis 1850[1] 13mal (in 32 Jahren, also nahe $\frac{1}{3}$), dass der Januar wärmer war als der Februar.

Die grössere Kälte des Februars dürfte an manchen Orten, zum Theile wenigstens daher kommen, dass die kalte Luft der höheren Regionen, besonders jene Schichten, die in der Nähe schneebedeckter Gipfel durch Strahlung erkaltet sind, längs den Abhängen sich senken In mittleren Höhen wird so die Luftwärme merklich deprimirt, während in den Thälern selbst wegen des höheren Standes der Sonne bereits an einzelnen, wenn auch geringen Flächen, die Schneebedeckung unterbrochen ist, und so eine theilweise Insolation des Gesteines möglich wird. Dass im Februar gerade die Alpenweiden und ihre Umgebungen durch verhältnissmässig grosse Kälte, gegenüber den tieferen Thalsohlen und Abhängen sich auszeichnen, ist in den östlichen Alpen fast sprichwörtlich geworden[2].

An den Obirstationen ist, wie sich von PRETTNER's Sorgfalt ohnehin erwarten liess, der Platz für die Instrumente so gewählt, dass dieselben von allen Störungen befreit sind, die eben nicht durch die allgemeinen Verhältnisse der Oertlichkeit selbst bedingt sind; überdies theilte mir Herr PRETTNER über die Aufstellung der Instrumente noch folgende speciellere Angaben mit:[3]

„Die Lage von Obir I ist eine solche, dass sie sehr wohl die verhältnissmässig hohe Wärme dieses Punktes erklärt. Das Huthaus liegt an der steilen Abdachung des Berges gegen Süden; derselbe ist von Vegetation ziemlich entblösst, da er gros-

1) Vergl. DOVE nicht periodische Aenderungen der Temperaturvertheilung. Th. V. Berl. Ac. 1853 S. 139 des Separatdruckes.

2) „Zu Lichtmess (Anfangs Februar) geht die Kälte auf die Alpen".

3) PRETTNER in einem Briefe vom 18. Nov. 1852.

sentheils mit den Schutthalden des aus dem Berge geschafften tauben Gesteines bedeckt ist. Der Thermometer befindet sich an einer freistehenden Säule vor dem Hause; obgleich so das Thermometer selbst vor directer Besonnung und vor reflectirten Wärmestrahlen seiner Umgebungen geschützt ist, so ist doch die Wärme der umgebenden Luft keineswegs mit der freien Atmosphäre zu identificiren, da das nackte Gestein sich durch Besonnung sehr erwärmt und zugleich der Abhang dem directen Einflusse der Nordwinde nicht zugänglich ist.

Weit weniger aber können ähnliche Verhältnisse auf die Wärmebeobachtungen an Obir III von Einfluss sein. Obgleich auch an diesem Punkte die beobachtete Wärme mit jener der freien Atmosphäre nicht vollkommen identisch sein kann, so wird sie doch gewiss nur wenig davon abweichen, da Obir III bereits der Spitze des Berges sehr nahe liegt, und oberhalb des Beobachtungspunktes nur sehr wenig Masse sich befindet."

Von den Beobachtungen an einzelnen Tagen möchte ich noch einige Verhältnisse hervorheben, bei welchen sich die Verbreitung extremer Witterungsverhältnisse in verticaler Richtung beurtheilen lässt.

Die plötzliche Aenderung der Temperatur Ende Januar 1850, wobei zugleich die grösste bis jetzt in Klagenfurt beobachtete Kälte $-30{,}^\circ 4$ C. vorkam[1], war auch von sehr bedeutenden Schwankungen des Barometers begleitet. In Klagenfurt beträgt die Aenderung des Luftdruckes am Tage durchschnittlich 1,1''', in 24 Stunden 2,3'''[1]. Am 27. Januar 1850 um 7 Uhr Morgens stand das Barometer bei starkem Südwinde auf 313,5'''. Während eines allmählig zum Sturme anwachsenden Nordwindes stieg der Luftdruck bis 9 Uhr Abends um 9,7'''; das Barometer stand Abends 323,2'''; bis 7 Uhr Morgens des nächsten Tages war es bis 326,5''' gestiegen, also um 13''' = 29,3 M.M. in 24 Stunden. In Sagritz betrug die gleichzeitige Schwankung nur 8,1'''. Am 27. Januar erhob sich um 8 Uhr Morgens ein starker Sturm, der bis Sonnenuntergang wehte, und besonders im Möllthale eine sehr grosse Heftigkeit erreichte. Bekanntlich trat am 21. u. 22. Januar 1850 ungewöhnliche Kälte ein, die zugleich über den grössten Theil des mittleren Europa verbreitet war[2]. Dieser Kälteperiode war überall ein Ueberwiegen östlicher Winde vorhergegangen, das bereits mehrere Wochen angehalten hatte. Anfangs war dabei die Windesrichtung mehr N.O., später mehr S.O. In der Nacht, in welcher die höchste Kälte beobachtet wurde, erreichte das Barometer eine ungewöhnliche Höhe (das Maximum der Kälte an den Preussischen Stationen fiel nach Posen. In Bromberg zeigte der Thermometrograph $-36{,}6^\circ$ C., in Posen wurde an einem gewöhnlichen Thermometer um 6 Uhr $-36{,}5^\circ$ C. beobachtet.)

Auch die Vertheilung der Kälte nach der Höhe scheint zu dieser Zeit über sehr

1) Die früheren Beobachtungen ergeben als Temperaturminimum $-30{,}0^\circ$ C. am 2. Febr. 1830.

2) Vergl. Dove Bericht über die Preussischen Beobachtungen 1848 u. 1849. Berl. 1851. S. XIV.

weite Strecken ziemlich gleichartig gewesen zu sein, indem sowohl im Harz als in Schlesien die höheren Orte eine geringere Kälte zeigten.

Die Wärmeverhältnisse für einige Beobachtungspunkte in Kärnthen sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Bei Klagenfurt, Sagritz und Obir III ist zugleich die Richtung des Windes angegeben. (Höhen Par. F.)

Gang der Lufttemperatur in Kärnthen vom 21. bis 28. Januar 1850. Réaumur.

Klagenfurt 1340′.

Januar.	7^h	2^h	9^h	Max.	Min.
21.	−14,8 N.O.	−6,0 $N._1$	−16,2 $N._1$	−6,0	−16,6
22.	−22,5 N.	−10,7 $N._2$	−20,8 $N._2$	−10,7	−23,3
23.	−20,8 N.	−11,0 N.	−14,5 S.	−10,8	−24,3
24.	−14,8 N.	+0,5 N.	−7,5 N.	+0,7	−15,2
25.	−9,5 N.W.	−2,0 N.W.	−7,2 N.W.	−1,2	−9,8
26.	−9,7 W.	−0,5 W.	−5,0 W.	−0,0	−9,5
27.	+6,0 $N.W._4$	−6,0 $N.W._4$	−9,0 $N._4$	+1,0	−9,0
28.	−18,1 N.	−6,5 N.	−14,4 N.W.	−4,9	−18,8

Sagritz 3520′.

Januar.	7^h	2^h	9^h	Max.	Min.
21.	−4,4 N.O.	−1,4 $N.O._2$	−10,3 S.O.	−0,4	−10,3
22.	−14,0 O.	−8,3 N.	−12,8 N.	−8,3	−14,8
23.	−12,0 N.	−7,5 N.W.	−4,3 N.	−5,6	−12,5
24.	+4,2 S.O.	+5,9 $S._2$	+2,0 $S._3$	+5,9	−0,7
25.	−0,8 S.	+6,5 S.W.	+2,8 W.	+6,5	−0,8
26.	+0,1 S.O.	+4,1 S.O.	+0,1 S.O.	+4,5	−0,2
27.	−4,7 $N._3$	−10,2 $N._1$	−11,8 $N._4$	−4,5	−11,8
28.	−12,5 $N._3$	−6,0 $N._2$	−9,4 $N._3$	−8,5	−12,8

	Althofen 2185′.					Radsberg 2402′.		
Januar.	7^h	2^h	9^h	Max.	Min.	7^h	2^h	9^h
21.	−10,2	−4,0	−11,0	−3,1	−11,0	—	—	—
22.	−17,5	−8,3	−15,2	−8,0	−17,5	−12,1	−0,5	−10,5
23.	−17,0	−8,5	−11,5	−8,5	−17,0	−10,0	−3,5	−2,0
24.	−2,8	+5,1	+2,5	+5,5	−3,2	+1,0	+5,2	+4,0
25.	−1,2	+6,0	+1,0	+6,0	−1,8	+4,0	+7,5	+5,0
26.	−1,0	+4,0	+0,8	+4,0	−1,5	+3,0	+8,0	+4,5
27.	+0,0	−8,4	−10,0	0,0	−10,0	+0,5	−8,0	−9,5
28.	−4,5	−6,0	−10,5	−4,5	−10,5	−3,0	−6,0	−10,0

	Obir I 3770'.			Obir II 4948'.			Obir III 6281'.		
Jan.	7h	2h	9h	7h	2h	9h	7h	2h	9h
21.	—	—	—	—	—	−10,5	−12,5 O.	−11,0 O.	−16,0 O.
22.	−12,1	−3,5	−10,5	−14,0	−5,2	−11,0	−17,5 S.O.	−8,5 O.	−10,0 O.
23.	−10,0	−0,5	−2,0	−10,5	−1,0	−2,0	−11,0 N.	−6,0 N.	−8,0 N.
24.	+1,0	+5,2	+4,0	−1,0	+2,5	+2,0	−3,5 N.	−0,0 N.	−0,0 N.
25.	+4,0	+7,5	+5,0	+2,5	+4,0	+1,5	0,0 N.	+2,5 N.	+1,0 N.
26.	+3,0	+8,0	+4,5	+1,5	+5,5	+1,5	0,0 S.	+2,5 S.	+1,0 S.O.
27.	+4,0	−0,5	−5,5	+1,0	−2,5	−8,5	+0,5 N.	−7,5 N.	−12,5 N.
28.	−10,0	—	—	−10,2	—	—	−15,2 O.	−10,0 O.	−4,5 O.

Solche Unregelmässigkeiten in der Vertheilung der Wärme scheinen besonders dann einzutreten, wenn die Kälte sehr gross und weit verbreitet ist und zugleich die kalten Winde bereits einige Zeit lang vorgeherrscht haben, so dass allmählig die Luftschichten sich ihrer Dichtigkeit entsprechend ordnen konnten. Da gleichzeitig die Ebenen reichlich mit Schnee bedeckt waren, so mag auch das Verdunsten des letzteren in den Ebenen etwas zur Steigerung der Kälte beigetragen haben, während an den höheren Orten nur Schneeflächen von verhältnissmässig geringer Ausdehnung vorhanden waren[1].

Das Abnehmen der Temperatur nach der Höhe kann aber auch bei kalten Winden bisweilen ziemlich rasch sein, und die für die Alpen gefundene mittlere Temperaturabnahme während des Winters und Herbstes 600 bis 700' für 1° C. merklich übertreffen. Als Beispiel führe ich einige Beobachtungen vom Ende November 1849 an.

1) Windstille scheint die Senkung der kalten Luftmassen besonders zu begünstigen. Es ist daher um so interessanter, dass die oben angeführte unregelmässige Kältevertheilung ungeachtet des starken Sturmes anhielt. Vergl. auch die Beobachtungen Fournet's: Interversion de la température de l'atmosphère. Annales des sc. phys. et nat. Lyon Bd. II. 1839 S. 461 bis 501 und Bravais: De la température de l'air à diverses hauteurs au dessus du sol dans les contrées boréales in Gaimard voyages en Scandinavie.

Gang der Lufttemperatur an einigen Punkten Kärnthens, 28. bis 30. Nov. 1849, während starker Nordwinde. Réaumur.

	Klagenfurt 1340'.					Sagritz 3520'.				
Nov.	7h	2h	9h	Max.	Min.	9h	2h	9h	Max.	Min.
28.	−4,8 N.$_2$	−2,8 N.$_3$	−5,5 N.[1]	−2,5	−6,8	−9,0	−7,0	−9,0	−6,4	−9,5
29.	−7,9 NW$_2$	−1,0 N.W.	−5,2 N.W.	−0,5	−8,8	−10,1	−5,1	−7,8	−4,8	−10,1
30.	−5,2 W.	−1,5 W.	−3,8 W.	−1,5	−6,2	−6,3	−0,8	−2,2	−0,5	−8,6

	Radsberg: 2402'.			Althofen: 2185'.		
Nov.	7h	2h	9h	7h	2h	9h
28.	−8,0	−5,0	−6,0	−7,2	−4,2	−7,0
29.	−8,0	−3,0	−4,0	−8,0	−3,5	−6,8
30.	−5,5	−2,5	−2,0	−5,6	−2,5	−3,1

	Obir I.: 3770'.			Obir II.: 4948'.			Obir III.: 6281'.		
Nov.	7h	2h	9h	7h	2h	9h	7h	2h	9h
28.	−6,0	−4,0	−4,0	−11,5	−6,5	−10,5	−18,0	−15,0	−18,0
29.	−4,5	−3,0	−1,5	−12,0	−7,0	−11,0	−17,5	−14,0	−16,5
30.	−3,5	−1,0	−2,0	−11,0	−5,5	−7,5	−18,0	−15,0	−16,0

In der Tabelle S. 328 wurde die Temperatur der Fleuss nach den Obirstationen etwas verändert; zugleich berücksichtigte ich, dass in so grossen Höhen die Abweichungen, wie auch der St. Bernhard zeigt, etwas geringer sind als an tieferen Punkten.

Um die Temperatur der Johannishütte zu berechnen, welche 1010' niedriger ist, als las Bergwerk in der Fleuss, entnahm ich der früher von uns berechneten Tabelle der Höhenisothermen (Untersuch. u. s. w. S. 354 bis 357) die Zahlen, welche in den einzelnen Monaten in der Region zwischen 7000 bis 8500' eine Temperaturdifferenz von 1° C. entsprechen. Daraus wurde dann die Temperatur für die Johannishütte selbst berechnet. Die Temperatur für den Gipfel des Grossglockners ist direct der genannten allgemeinen Tabelle entnommen. Sie ist nur in ganzen und halben Graden angegeben. Ich darf wohl erwähnen, dass ein anderes Verfahren, nämlich die Ableitung der Temperatur von der Fleuss mit Berücksichtigung der monat-

lichen Temperaturabnahmen zwischen 8500 und 12100' sehr nahe die gleichen Resultate ergeben[1].

2. Tirol.

Meran. N. Br. 46° 41'. Oestl. L. Paris 8° 50'. Höhe 291 M. 896 P. F.

Diese Temperaturen sind DOVE's neuen Tafeln entlehnt[2].

Monate.	Temp. C.	Jahreszeiten.
Januar	1,1	Winter. +2,56
Februar	3,7	
März	8,7	Frühling. 13,04
April	13,3	
Mai	17,1	Sommer. 21,57
Juni	20,9	
Juli	22,4	Herbst. 12,57
August	21,4	
September	17,9	Jahresmittel.
October	12,9	12,46
November	6,9	
December	3,2	

Innichen. Nördl. Br. 46° 43'. Oestl. Länge Paris 9° 55'.
Höhe 1299 M. 3999 P. F.

Die Beobachtungen in Innichen, welche in der Erläuterung zur „Allgemeinen Darstellung der physik. Verhältnisse der Alpen" enthalten sind, wurden nach Beobachtungen von Heiligenblut corrigirt. Die geringe Entfernung beider Orte lässt erwarten, dass im Jahre 1848/49 die Abweichungen ziemlich gleichartig sind.

1) Wenn auch für die vier letzten Punkte die Monatsmittel nicht so genau sein können, als für jene Orte, deren Reduction auf mehrjährigen directen Beobachtungen beruht, so dürften sie doch für einen allgemeinen Ueberblick der Temperaturverhältnisse der Alpen nicht ohne Interesse sein. Jedenfalls kann man hoffen, durch ein ähnliches Verfahren die Werthe für das Jahr und die Jahreszeiten bereits mit ziemlicher Sicherheit zu bestimmen. Für die Johannishütte hatte ich früher aus der Temperatur des September und August 1848 die mittlere Jahrestemperatur = −1,3 angenommen.

2) Nicht period. Aenderungen der Temp. Th. V. Separatabdr. S. 123.

Mittlere Temperatur von Innichen. C.

Monate.	Innichen 1848/49.	Corr. nach Heiligenblut.	Innichen reducirt.
Januar	− 6,6	− 1,8	− 8,4
Februar	− 0,6	− 4,1	− 4,7
März	+ 0,6	− 0,5	+ 0,1
April	4,2	+ 1,9	6,1
Mai	9,3	− 0,1	9,2
Juni	15,8	− 1,0	14,8
Juli	15,4	− 0,3	15,1
August	14,2	+ 2,0	16,2
September	11,2	+ 0,9	12,1
October	8,7	− 1,0	7,7
November	− 2,4	+ 1,9	− 0,5
December	− 7,3	+ 0,5	− 6,8

Jahreszeiten red:

Winter −6,3 Sommer 15,37
Frühling +5,14 Herbst 6,43
Jahresmittel 5,16.

Vent im Oetzthale. Nördl. Br. 46° 52′. Oestl. Länge Paris 8° 35.
Höhe 1881,3 M. 5791,4 P. F.

Die Beobachtungen, durch Herrn Pfarrer Arnold angestellt, erhielt ich bis zum Nov. 1850. Die Beobachtungsstunden waren wie früher VII, IX, II, VII und Min.; die Abendstunde wurde in den Wintermonaten gewöhnlich durch eine frühere zwischen V und VII ersetzt. Die Berechnung der Tagesmittel war für 1848/49 aus dem arithmetischen Mittel der Beobachtungen abgeleitet. Vom September 1849 bis November 1850 berechnete ich sie nach der Formel +0,4 II + 0,5 m + 0,11 IX, indem ich die Temperatur von II als Maximum betrachtete.

Vergleicht man die Abweichungen der einzelnen Monate unter sich für die verschiedenen Jahre mit den Abweichungen für Wien (siehe oben S. 335), so zeigt sich zwar im Ganzen ein annähernd gleichartiger Gang der Wärme. In einzelnen Monaten aber z. B. Februar findet man bedeutende Abweichungen. Es lässt sich dies wohl erwarten, wenn man die eigenthümliche Lage von Vent berücksichtigt. Es schien mir deshalb nicht zweckmässig hier eine unmittelbare Reduction wie bei den übrigen Stationen vorzunehmen.

Als mittlere Monatstemperaturen sind daher die unveränderten Mittel der einzelnen Jahre aufgenommen, nur der Monat März wurde um 1° erhöht, was übereinstimmend durch die Beobachtungen zu Wien und zu Innsbruck bedingt wird. Das arithmetische Mittel der 2 Beobachtungsjahre ergiebt für den März −5,7° C. Bei den

übrigen Monaten dürften, nach den Beobachtungen zu Innsbruck 1848/49 zu urtheilen, die Abweichungen vom wahren Mittel kaum in irgend einem Monate 1° erreichen.

Mittlere Temperatur zu Vent.

Jahr.	Januar.	Februar.	März.	April.
1848	—	—	—	—
1849	−7,2	−8,1	−5,4	−0,9
1850	−9,2	−6,2	−6,0	+1,0

Jahr.	Mai.	Juni.	Juli.	August.
1848	—	—	—	—
1849	5,2	12,9	12,7	11,6
1850	5,9	12,4	13,1	12,0

Jahr.	September.	October.	November.	December.
1848	5,4	2,3	−5,7	−6,9
1849	4,9	2,0	−6,5	−8,1
1850	3,9	1,8	−6,0	—

Monatsmittel:

Januar	−8,2	Februar	−7,1	März	−4,7	April	+0,1
Mai	5,6	Juni	12,7	Juli	12,9	August	11,9
September	4,6	October	2,0	November	−6,0	December	−7,5

Jahreszeiten:

Winter	−7,6	Frühling	+0,33	Sommer	12,47	Herbst	+0,2

Jahresmittel: +1,35

3. Bayern.

Lindau am Bodensee. Nördl. Br. 47° 31′. Oestl. Länge Paris 7° 23′. Absolute Höhe des Bodensee's 395,8 M. 1218,4 P. F. Eschmann.

Der Güte des Herrn Dr. Bonifaz Müller, Physikatsarzt zu Lindau, verdanke ich die Mittheilung seiner 12jährigen Beobachtungen v. Oct. 1840 bis März 1853.

Das Thermometer, von der Sternwarte in München, trägt die Nummer 23 und ist nach der Réaumurschen Scala in ganze Grade getheilt. Es hängt an der Nordseite eines Hauses, dessen Höhe über dem Bodensee nur wenige Toisen beträgt.

Am 23. Juli 1851 hatte ich Gelegenheit dies Instrument mit einem unserer Thermometer in einem grossen Wassergefässe zu vergleichen.

Thermometer MÜLLER (Münchner Sternwarte No. 23) =	18,1° R.
Therm. SCHLAGINTWEIT (GREINER No. 33) 21,93° C. =	17,54
Therm. SCHLAGINTWEIT corrigirt = 21,81 =	17,45
Correction für Thermometer MÜLLER =	−0,55
=	−0,7° C.

Diese Correction wurde bei den berechneten Monatsmitteln angebracht.

Die Beobachtungsstunden waren im December, Januar und Februar gewöhnlich 7^h a. m., 12^h und 9^h p. m., in den übrigen Monaten 6^h a. m., 12^h und 10^h p. m. Doch wurden auch innerhalb der einzelnen Monate nicht selten Abweichungen von diesen Stunden angegeben; das Thermometer wurde auf $\frac{1}{2}$° abgelesen.

Um die mittlere Temperatur zu bestimmen, wurde für jeden Monat das arithmetische Mittel der 3 Beobachtungsstunden berechnet; wenn die Abweichungen von den einzelnen oben angegebenen Stunden im Mittel des Monats mehr als $\frac{1}{2}$ Stunde betrug, wurde eine kleine Correction (nach dem Stundentableau von Genf) angebracht, um sie auf die vollen Stunden zu reduciren.

Ich erhielt demnach für die Winter-Monate December, Januar, Februar die Werthe für 7^h a. m., 12^h und 9^h p. m., deren arithmetisches Mittel als Tagesmittel betrachtet wurde. Für die übrigen Monate hätte das arithmetische Mittel der Stunden 6, 12 und 10 entschieden zu geringe Werthe ergeben. Ich versuchte daher die Beobachtung, von 12^h nach den Genfer Beobachtungen auf 2 Uhr zu reduciren, indem ich in den verschiedenen Monaten folgende Correctionen anbrachte[1]:

März	+0,6° R.	Juni	+0,6° R.	September	+0,6° R.
April	0,4	Juli	0,7	October	0,4
Mai	0,5	August	0,7	November	0,3,

und dann die mittlere Temperatur nach der Formel $\frac{VI + II + X}{3}$ berechnete.

In der folgenden Tabelle sind die Mittel der 12jährigen Beobachtungsreihe und die Reductionen auf wahre Mittel enthalten.

Zur Vergleichung sind noch die Beobachtungen zu Friedrichshafen am Bodensee 1835 und 1837 beigefügt[2].

1) Sie sind nach Genf bestimmt, wobei überdies die gleichartige Lage von beiden Orten an einem die Maxima etwas abstumpfenden Alpensee sehr günstig ist.

2) Dove Temperaturtafeln S. 178 179.

Mittlere Temperatur zu Lindau am Bodensee.

Monate.	Lindau, 12jähriges Mittel. °C.	Correction[1] nach Peissenberg. °C.	Lindau, corrigirtes Mittel. °C.	Friedrichshafen 1835 und 1837. °C.
Januar	– 0,70	–0,5	–1,20	–1,66
Februar	1,33	–0,5	0,83	0,94
März	3,13	+0,5	3,63	1,39
April	8,33	+0,5	8,83	7,23
Mai	12,53	+0,7	13,23	12,47
Juni	18,67	–0,3	18,37	18,81
Juli	19,65	+0,2	19,85	21,69
August	19,13	0	19,13	22,68
September	15,34	+0,1	15,44	13,83
October	9,45	+0,2	9,65	9,04
November	3,60	–0,8	2,80	3,40
December	1,46	–0,4	1,06	–2,03

Lindau.

Winter corr. 0,23° C. Sommer corr. 19,12° C.
Frühling „ 8,56 Herbst „ 9,30
Jahr corr. 9,30° C.

Hohenpeissenberg. Nördl. Br 47° 48′. Oestl. Länge Paris 8° 41′.
Höhe 982 M. 3023 P. F.

In den „Beobachtungen des Observatoriums am Hohenpeissenberge herausgegeben von Lamont, München 1851“ sind neuerdings für diesen Punkt sämmtliche Beobachtungen von 1793 bis 1850 zusammengestellt und zugleich die Correctionen der dabei gebrauchten Instrumente sorgfältig untersucht.

Schon der erste Ueberblick der Monatsmittel am Peissenberge verglichen mit jenen in München lässt erkennen, dass zwischen diesen beiden Punkten die Temperaturabnahme eine auffallend langsame ist.

Das Verhältniss zwischen der mittleren Temperatur des Peissenberges und jener von München hat Lamont neuerdings in dem Jahresberichte der Münchener Sternwarte für 1852 festgestellt. S. 56. Da für die einzelnen Monate eine entsprechende Reduction der beiden Beobachtungsreihen noch nicht ausgeführt wurde,

1) Die Beobachtungen am Peissenberge wurden von 1840 bis 1850 benützt; für 1851 und 1852 nahm ich, wie oben bei Klagenfurt, die Abweichungen für Berlin. Die Abweichungen am Peissenberge sind Dove's oben citirtem Werke entnommen.

gebe ich im Folgenden die Monatsmittel für den Peissenberg ungeändert, jene für München sind unseren früheren Untersuchungen S. 327 entnommen. Der Unterschied der nicht corrigirten Mittel ist jedoch jenem der corrigirten ohnehin nahe gleich.

Die mittlere Temperatur des Peissenberges ist . . . . 4,68° R. = 5,85° C.
(mit Berücksichtigung der Correction des Thermometers und der Reduction wegen der Beobachtungsstunden.)

Reducirt auf die Breite von München; ein Breitengrad = 0,55° C., Unterschied der Breite 0° 21' . . . . 5,67° C.

Die mittlere Temperatur von München (Sternwarte Bogenhausen) 5,85° R. = 7,31° C.

Der Höhenunterschied zwischen München und dem Peissenberge ist . 1420 P. F.
dabei wurde angenommen:

Peissenberg:	Höhe des Kirchenpflasters	3005 P. F.
	Höhe der Instrumente über demselben	18 P. F.
		3023 P. F.
München:	Pflaster der Frauenkirche	1569 P. F.
	Sternwarte über der Frauenkirche	34 P. F.
		1603 P. F.

Es findet demnach eine Temperaturabnahme für 1° C. erst statt bei einem Höhenunterschiede von . . . . 900 P. F.

Für das Gebiet der Alpen kann man die mittlere Erhebung für 1° C. Temperaturabnahme = 540 P. F. annehmen; eine Zahl. die nicht nur auf sehr verschiedenartigen Beobachtungsreihen beruht, sondern zugleich auf solchen, die unter sich verhältnissmässig nur wenig abweichen.

Die Tempersturabnahme zwischen München und dem Peissenberge ist also bei weitem langsamer als im Alpengebiete im Allgemeinen; die Temperatur des Peissenberges ist um 1° C. wärmer als die normale Wärme eines Punktes von gleicher Höhe[1].

Als die vorzüglichste Ursache dieser geringen Temperaturabnahme ist die Bodengestaltung zu nennen. Der Peissenberg ist einer von jenen isolirten Hügelzügen, die sich nur mit sehr flachen Abhängen über die Hochebene erheben. Verbindet man nach verschiedenen Seiten hin den Gipfel mit dem Fusse des Berges, so werden diese Linien meist nur 5 bis 6° geneigt; nach Norden und Westen ist das Terrain sogar noch weit flacher; gegen Peiting z. B. beträgt die Neigung nur $2\frac{1}{3}$°. Nur der oberste Gipfel des Berges, ein kleiner Kegel von sehr geringer relativer Höhe, hat steilere Neigungen.

Die Monatsmittel am Peissenberge und in München sind folgende:

1) Erst eine um nahe 2 Breitengrade südlichere Lage würde z. B. den gleichen Unterschied hervorbringen.

Monat.	Peissenberg[1].	München.	Mittlere Erhebung für 1° C. Abnahme in den Alpen.
Januar	−2,1° C.	−3,3° C.	710 P. F.
Februar	−0,8	−0,7	600
März	1,4	3,9	560
April	6,1	8,2	520
Mai	11,0	12,0	460
Juni	13,4	15,0	450
Juli	15,3	17,3	436
August	15,0	16,4	440
September	11,8	13,6	480
October	7,5	8,7	600
November	2,4	2,4	620
December	−0,6	+0,2	710
Jahr (ohne Correction)	6,65	7,8	

Es ergiebt sich daraus, dass in allen Monaten die Temperaturabnahme weit langsamer ist, als jene Werthe, welche wir bei unseren früheren Untersuchungen für die Alpen im Allgemeinen erhielten; diese sind zur Vergleichung in der letzten Spalte beigefügt.

Es ist im Juli und August für die Alpen die Abnahme von 1° C. von einer Höhendifferenz von 440 Fuss bedingt; zwischen München und dem Peissenberge beträgt aber diese Höhendifferenz für den Juli 700, für den August noch bedeutend mehr.

Wenn man die Wintermonate vergleicht, zeigt sich eine noch grössere Unregelmässigkeit. Der kälteste Monat, der Januar, ist am Peissenberge bedeutend wärmer als in München.

Auch diese Unregelmässigkeit ist wesentlich von der Bodengestaltung abhängig.

Die Wintertemperatur eines hoch gelegenen Punktes, der sich nicht in einem Thalkessel befindet, ist stets etwas gemildert, verglichen mit einem Punkte, der in gleicher Höhe auf einer gleichmässigen Ebene liegt. Jene Luftschichten, welche unmittelbar in der Nähe des Bodens durch Strahlung desselben erkältet werden, können von Abhängen nach unten abfliessen, und werden dann

1) Ohne Reduction auf die Breite von München.

durch Luftschichten ersetzt, die noch nicht in Berührung mit dem ausstrahlenden Boden erkältet waren, also etwas wärmer sind.

Ist der Höhenunterschied zwischen zwei Beobachtungsstationen gross, so wird eine Temperaturabnahme mit der Höhe noch immer stattfinden, nur ist sie langsamer. Die 1° C. entsprechende Höhendifferenz für die Alpen kann im Januar und December etwas über 700′ angenommen werden.

Ist aber der Höhenunterschied nicht sehr gross, und der höhere Punkt überdies so gestaltet, dass die kalte Luft allseitig abfliessen kann, so wird, wie viele Beispiele aus den Alpen zeigen, die Wintertemperatur am höheren Punkte weniger kalt sein als am tieferen[1].

Auch die absoluten Extreme einzelner Tage zeigen dasselbe Phänomen; hier werden die Unterschiede sogar noch grösser.

Der kälteste Tag der ganzen Beobachtungsreihe am Peissenberge war (10. Jan. 1820) —25,2° C., während in München die grösste bis jetzt beobachtete Kälte (2. Febr. 1830) —30,1° C. betrug[2]. Der grösste Wärmeunterschied zwischen München und dem Peissenberge findet im März statt, er beträgt 2,5° C. und wird wohl theilweise dadurch hervorgebracht, dass zu dieser Zeit am Peissenberge das Schmelzen des Schnees eintritt, und so eine merkliche Wärmemenge latent wird, während in München die Schneedecke zum grossen Theile schon früher verschwindet.

4. Schweiz.

Die neuen Berechnungen der Temperatur für Genf und den St. Bernhard sind bereits oben S. 318 mitgetheilt. Als neue Stationen sind noch hinzuzufügen: Matt in den Glarneralpen, Bevers in Graubündten, Törbel und Saas im Wallis. Für Vevey, dessen Mittel von 1824 und 1825 bereits in unseren Untersuchungen enthalten ist, folgt hier eine Reduction nach den Genfer-Beobachtungen.

Vevey am Genfersee. Nördl. Br. 46° 25′. Oestl. L. Paris 4° 31′. Höhe des Genfersees 375 M. 1154 P. F.

Die Beobachtungen von 1824 und 1825 sind enthalten in Dove's Abhandlung (Berl. Acad. 1845 S. 282), sie sind hier nach den Beobachtungen der gleichen Jahre zu Genf auf wahre Mittel reducirt.

1) Vergl. oben S. 340 die Bemerkungen zu den Beobachtungsstationen in Kärnthen.

2) Ich verdanke diese Angabe einer persönlichen Mittheilung des Herrn Director Lamont.

Temperatur von Vevey.

Monate.	Vevey. 1824 R.	Vevey. 1825 R.	Vevey. Mittel R.	Genf[1]. Correct. R.	Vevey. Corrigirte Mittel. R.	C.
Januar	−1,1	2,2	+0,55	+0,36	+0,91	+1,14
Februar	1,5	2,2	1,85	+0,38	2,23	2,79
März	5,0	4,8	4,9	+1,10	6,00	7,5
April	8,0	7,4	7,7	+0,75	8,45	1,06
Mai	11,6	11,7	11,6	−0,49	11,16	13,95
Juni	14,4	14,4	14,4	+1,55	15,95	19,94
Juli	16,9	15,5	16,2	+0,32	16,52	20,65
August	15,3	13,5	14,4	+0,26	14,66	18,33
September	12,0	12,5	12,25	−0,13	12,12	15,15
October	9,3	9,7	9,5	+0,94	10,44	13,05
November	2,5	4,7	3,6	+0,71	4,31	5,39
December	3,0	2,6	2,8	−2,46	+0,34	+0,43
Jahr.	8,20	8,43	8,32			

Jahreszeiten corr.:

Winter	1,44° C.	Sommer	19,64	Jahresmittel 9,95
Frühling	7,50	Herbst	11,20	

Matt[2] im Canton Glarus. Nördl. Br. 46° 57′. Oestl. L. Paris 6° 50′. Höhe 832 M. 2560 P. F.

Die Beobachtungen vom August 1831 bis August 1832 sind enthalten in Fröbel' und Heer's Mittheilungen aus dem Gebiete der theoretischen Erdkunde. I. S. 292 bis 294.

Die Beobachtungsreihe wurde von Heer nach 8jährigen Stuttgarter Mitteln corrigirt.

1) Die Jahre 1824 und 1825 (Dove Berl. Ac. 1838 S. 313) verglichen mit Plantamour's wahren Mitteln.

2) Diese Station war bereits in den Untersuchungen S. 600 bei den Nachträgen und Verbesserungen enthalten.

Temperatur von Matt. Cels.

Monat.	1831 32.	reducirt.	1831 32.	
Januar	−2,2	−3,6	Winter	0,9
Februar	−0,4	−1,1	Frühling	6,6
März	2,9	4,2	Sommer	13,9
April	8,2	9,0	Herbst	6,8
Mai	8,8	10,3	Jahr	6,59
Juni	14,5	14,9		
Juli	14,5	15,7	reducirt:	
August	12,6	12,7	Winter	−2,0
September	9,8	10,2	Frühling	7,8
October	10,2	6,5	Sommer	14,4
November	+0,5	−0,5	Herbst	5,4
December	−0,2	−1,4	Jahr	6,4

Bevers im Engadin. Nördl. Br. 46° 33′. Oestl. Länge v. Paris 7° 34′.
Höhe 1715 M. 5280 P. F.

Die Beobachtungen wurden von BOVELIN von 1827 bis 1831 gemacht (19. Aug. 1826 bis 31. Dec. 1831). Die Mittel, von DENZLER berechnet, sind in den Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich 1851. No. 56, 57 und 58 publicirt[1].

Dort ist zugleich eine sehr interessante Darstellung der topographischen Verhältnisse des Engadins und ihres Einflusses auf die Wärme dieses Alpentheiles gegeben; die folgenden Bemerkungen über die Lage von Bevers sind dieser Abhandlung entlehnt.

Bevers liegt ungefähr in der Mitte des Ober-Engadins am nördlichen Thalabhange und am Ausgange des hohen und rauhen Beverserthales. Die Breite der Thalsohle und das Einmünden mehrerer Seitenthäler bewirken, dass der Beobachtungspunkt, mit anderen Orten in Alpenthälern verglichen, eine ziemlich freie Lage hat. Nur gegen Norden wird die Aussicht durch die nahe Cresta mora (9043′) sehr eingeengt; wahrscheinlich hat auch die Strahlung dieser nackten dunkelen Felsenwände einen bedeutenden Einfluss auf die hohen Sommertemperaturen; während im Thale selbst und auf den nächsten Gehängen das Grün der Weiden keinen sehr merkbaren Einfluss auf die Wirkung der Besonnung auszuüben scheint.

Die Instrumente, von OERI in Zürich, waren von HORNER verglichen und auf-

1) H. DENZLER, Ueber die Höhenlage und das Clima des Ober-Engadins.

gestellt. Die Beobachtungsstunden für die ganze Periode sind 9^h Morgens, 12^h Mittags und 3^h Nachmittags.

In der folgenden Tabelle sind in Réaumurschen Graden die Mittel für die einzelnen Stunden gegeben. Für die einzelnen Monate kann die Wärme um 9 Uhr als Näherung betrachtet werden. Die in der Tabelle enthaltenen Mittel der Jahreszeiten sind von Denzler nach den gleichzeitigen Beobachtungen in Genf und am St. Bernhard berichtigt.

Gang der Temperatur zu Bevers im Oberengadin. (Réaumur.)

A. Mittel der directen Beobachtungen.

Monat.	9^h a. m.	Mtg.	3^h p. m.
Januar	−10,0	−5,5	−5,4
Februar	−8,1	−2,7	−2,6
März	−1,8	+2,5	+2,1
April	+3,0	5,3	4,9
Mai	6,8	9,1	8,5
Juni	8,1	11,0	10,6
Juli	12,0	14,4	14,1
August	10,1	12,1	11,7
September	6,6	8,7	8,1
October	+4,0	+6,4	+5,1
November	−3,4	−0,6	−1,5
December	+7,1	−4,1	−4,2
Jahr	+1,7° R.	+4,7° R.	+4,3° R.

B. Mittel der Jahreszeiten und des Jahres auf wahre Tagesmittel reducirt[1].

	R.	C.
Winter	−7,0	−8,7
Frühling	+2,2	+2,8
Sommer	10,0	12,5
Herbst	2,6	3,3
Jahr	1,9	2,4

1) Um die Beobachtungen nicht nur auf wahre Tagesmittel, sondern zugleich auf vieljährige Mittel zu reduciren, dürfte das Jahresmittel angenommen werden = 2,4° R. = 3,0° C. Die absoluten Temperaturextreme zu den Beobachtungsstunden selbst waren

Minimum Februar 1. 1830 (9^h) −30° C.
Maximum Juli 30. 1827 −27° C.

Faulhorn im Berneroberlande. Nördl. Br. 46° 40′ 31,6″. Oestl. L. von Paris 5° 39′ 49,22″. Höhe 2683 M. 8260 P. F.

Die Temperatur der Sommermonate, welche auf den Beobachtungen von Kämtz, Martins und Bravais beruht, wurde bereits in unseren früheren Untersuchungen S. 328 mitgetheilt. Martins hat im Anhange zur französischen Ausgabe von Kämtz' Meteorologie auch das Jahresmittel berechnet. S. 490.

Es ergaben sich folgende Temperaturen:

Juli	2,5
Juli	4,0
August	3,5
September	1,5
Jahr	−2,33

Törbel im Wallis. Auf den Abhängen zur linken Seite des Vispachthales, oberhalb Stalden. Nördl. Br. 46° 11′. Oestl. Länge von Paris 5° 32′. Höhe 1560 M. 4802 P. F.

Törbel liegt auf einem Abhange, 2610 Fuss über der Thalsohle der Visp. Die Exposition des Abhanges ist S. O.

Die Beobachtungen wurden während der Jahre 1847, 1848 u. 1849 von Herrn Rector Ruppen gemacht, der die Güte hatte mir diese Beobachtungsreihen ebenso wie die folgenden von Saas-Tamatten mitzutheilen.

Die Beobachtungsstunden wurden in den einzelnen Monaten verändert; die Morgenbeobachtung wurde im Winter um 7 Uhr, im Sommer um 5 Uhr, meist mit der Zeit des Sonnenaufganges zusammenfallend, gemacht. Die Zeit der Abendbeobachtungen war im Winter um 5^h p. m., im Frühlinge und Herbst um 6^h, im Sommer um 7^h.

Die Höhe ist vom Domherrn Berchtold bestimmt.

Um die Stundenmittel für die Beobachtungsperiode in mittlere Temperaturen zu übertragen, benützte ich das Stundentableau für den St. Bernhard. Die Reduction auf wahre Mittel ist ebenfalls auf die Beobachtungen am St. Bernhard gegründet. Die Correctionen für die Jahre 1847, 48, 49, welche sich am St. Bernhard ergeben, sind in der zweiten Spalte der folgenden Tabelle enthalten.

1) Martins und Bravais bestimmten zugleich die Zahl sämmtlicher Pflanzen, die sich auf dem obersten Felsenkegel befanden. Derselbe hat eine relative Höhe von 80 Meter und 4¼ Hectar Oberfläche. Sie fanden dort nahe 200 Pflanzenspecies, darunter 126 Phanerogamen, die im Sommer stets zur Blüthe gelangen.

Temperatur von Törbel.

Monat.	Mittel von 1847, 1848 und 1849. Törbel. C.	Correction nach St. Bernhard. C.	corrigirte Mittel. Törbel. C.
Januar	−6,4	+1,0	−5,4
Februar	−2,4	+0,3	−2,1
März	−0,9	+2,0	1,1
April	3,9	+1,7	5,6
Mai	13,4	−1,0	12,4
Juni	15,9	−0,8	15,1
Juli	16,6	−0,1	16,5
August	15,1	+0,4	15,5
September	9,3	+1,1	10,4
October	7,2	−0,1	7,1
November	−1,3	−0,8	−0,5
December	−0,3	−2,0[1]	−2,3

Jahreszeiten corr.:

Winter	−3,6	Sommer	15,7	Jahresmittel 5,94
Frühling	5,7	Herbt	6,0	

Saas-Tammatten. Etwas oberhalb Saas, zum Hauptorte Saas im östlichen Vispertbale gehörend. Nördl. Br. 46° 4′. Oestl. Länge v. Paris 5° 34′. Höhe 1602,1 M. 4932 P. F.

Der Beobachtungspunkt lag hier in der Thalsohle selbst und zwar in einem Thale, in dessen oberen Verzweigungen sich zahlreiche Gletschermassen befinden. Diese örtlichen Verhältnisse lassen erwarten, dass durch Senkung der erkalteten Luft hier, wo sie aus verschiedenen Seitenthälern sich sammelt, im Winter die Temperatur des ganzen Tages relativ niedrig war; im Sommer wurden in ähnlicher Weise die späteren Nacht- und die Morgenstunden etwas zu kalt, dagegen bewirkt aber die Ausstrahlung der Abhänge während des Tages und der ersten Nachtstunden eine merkliche Erhöhung der Temperatur; es müssen so die Maxima, besonders die absoluten Maxima, grösser werden. Ein Vergleich von Saas und Törbel bestätigt dies vollkommen; ebenso ist Törbel in Folge seiner Lage auf der Südseite im Jahresmittel wärmer als Saas.

1) Der December 1849 fehlte; (vom Januar 1850 wurden die Beobachtungen in Saas gemacht). Es wurde daher nur die Correction von 1847 und 1848 genommen.

Auch für diese Beobachtungen sind die Tagesmittel nach dem Temperaturgange am St. Bernhard berechnet. Die Beobachtungen waren vom 1. Januar 1850 bis 1. Januar 1852 gemacht. Die Correctionen dieser Jahre sind in der zweiten Spalte der Tabelle enthalten. Die Höhe des Beobachtungsortes ist von BERCHTOLD bestimmt. (Die Höhe des Hauptortes, Saas im Grund, ist 1567 M. 4826 P. F.)

Temperatur von Saas-Tammatten.

Monat.	Saas-Tammatten. Mittel 1850 und 1851. C.	Correction [1] nach St. Bernhard. C.	Saas-Tammatten. corr. Mittel. C.
Januar	−7,6	−0,3	−7,9
Februar	−3,7	−0,8	−4,5
März	−1,4	+1,9	0,5
April	5,3	0	5,3
Mai	12,0	+0,6	12,6
Juni	14,8	0	14,8
Juli	18,1	−1,4	16,7
August	15,5	+0,5	16,0
September	5,8	+2,8	8,6
October	4,9	+0,7	5,6
November	−4,9	+3,4	−1,5
December	−3,1	−0,7	−3,8

Jahreszeiten corr.

Winter	−5,4	Sommer	15,8	Jahresmittel 5,19
Frühling	6,1	Herbst	4,2	

5. Piemont.

Ivrea im Thale der Dora Baltea am Fusse der Alpen. Nördl. Br. 45° 26′. Oestl. L. Paris 5° 31′. Höhe 314 M. 966 P. F. BAYER.

Dreijährige Monatsmittel zu Ivrea während der Jahre 1837, 1838, 1839 sind mitgetheilt in den Annales des sciences physiques et naturelles etc. de Lyon p. 371. Die Beobachtungen wurden von Dr. GATTA gemacht. Die Instrumente befanden sich 13 Meter über dem Pflaster der Stadt.

1) Die Abweichungen für 1850 sind DOVE a. a. Orte entlehnt, jene für 1851 der Bibl. univers. Vol. X. p. 14.

In der folgenden Tabelle ist zugleich die Correction der entsprechenden Jahre am St. Bernhard beigefügt[1].

Temperatur von Ivrea.

Monat.	Ivrea. C. 1837.	1838.	1839.	Mittel.	Correction nach St. Bernhard. R. 1837.	R. 1838.	R. 1839.	C. Mittel.	Ivrea. corrigirte Mittel C.
Januar	+0,08	−3,25	+2,83	−0,15	−0,33	+1,26	−0,45	+0,2	+0,05
Febr.	2,34	−0,30	4,85	2,50	+0,29	+0,82	−1,49	−0,16	+2,34
März	4,01	7,41	8,23	6,28	+3,50	−0,90	−0,29	+0,96	7,24
April	9,54	10,18	11,76	10,46	+1,13	+1,36	+1,68	+1,74	12,20
Mai	14,02	17,94	16,66	16,21	−2,06	−0,99	+0,71	+0,74	16,95
Juni	23,88	21,97	23,35	23,07	−1,90	−0,09	−1,30	−1,37	21,70
Juli	22,71	24,97	25,05	24,24	+0,55	−0,24	−0,78	−0,20	24,04
Aug.	24,47	23,10	22,61	23,39	−1,94	+0,29	+0,95	−0,29	23,10
Sept.	18,31	18,80	19,52	18,88	+0,48	−0,06	+0,39	+0,34	19,22
Oct.	12,30	13,29	15,33	13,64	+0,27	−1,03	−0,34	−0,46	13,18
Nov.	5,30	7,63	9,71	7,55	+2,04	−0,44	−0,78	+0,34	7,89
Dec.	2,13	2,24	7,13	3,85	−0,90	+1,09	−1,28	−0,45	3,40
Jahr.	11,59	11,99	13,92	12,49					12,61

Jahreszeiten corr.:

Winter +1,93		Sommer 22,95		Jahresmittel 12,61
Frühling 12,13		Herbst 13,43		

Aosta im Thale der Dora Baltea. Nördl. Br. 45° 44′. Oestl. L. v. Paris 5° 0′. Höhe 614 M. 1890 P. F.

Die Beobachtungen während der 3 Jahre 1841, 1842 und 1843 wurden vom Domherrn Carrel in einem kleinen Thurme auf dem Dache seines Hauses 18 M. über dem Hauptplatze der Stadt gemacht. Die Temperaturen sind in Graden der hunderttheiligen Scala angegeben.

Die mitgetheilte Höhe bezieht sich auf die Instrumente.

Die Beobachtungen der einzelnen Jahre sind enthalten in der Bibliothèque universelle de Genève. 1841, 1842 und 1843.

Die Beobachtungszeiten waren 9^h a. m., 12^h, 3^h p. m., 9^h p. m.; auch die Angaben der Maxima und Minima sind angeführt.

Im Jahre 1843 sind noch die Ablesungen an zwei anderen Thermetrographen beigefügt, welche sich in einem Garten befanden.

1) Dove Berl. Acad. 1853 S. 180.

Als Mittel für die einzelnen Jahre erhielt CARREL aus den Extremen:
1841: 11,09; 1842: 10,43; 1843: 10,49.

Beobachtungen in den einzelnen Monaten zu Aosta. Cels.

A. 1841.	9h a. m.	12h	3h p. m.	9h p. m.	Minimum	Maximum.
Januar	−2,81	+2,12	2,37	−1,50	−5,11	+4,36
Februar	+0,55	4,61	4,51	0,50	−2,00	5,72
März	8,44	13,52	14,44	7,50	+2,80	15,32
April	11,21	14,99	15,79	9,64	5,01	17,13
Mai	18,44	21,45	22,70	15,45	11,12	23,48
Juni	19,99	23,51	22,54	16,17	11,72	24,57
Juli	21,44	24,63	22,59	18,29	13,62	26,06
August	20,28	23,80	24,13	17,75	13,42	25,22
September	17,45	21,47	21,20	15,27	11,70	22,66
October	10,93	14,89	15,44	10,66	7,51	16,51
November	1,50	6,82	7,55	2,39	0,10	8,86
December	0,51	4,10	4,34	0,75	−0,96	5,86
Jahr	10,66	14,65	14,88	9,40	5,74	16,31

B. 1842.	9h a. m.	12h	3h p. m.	9h p. m.	Minimum.	Maximum.
Januar	−5,45	−0,58	−1,12	−4,33	−7,35	+0,87
Februar	−1,86	4,68	5,82	−0,86	−4,79	7,25
März	8,21	12,72	12,82	6,84	2,97	14,99
April	10,88	13,66	13,80	7,98	4,29	15,70
Mai	16,15	19,52	19,36	13,08	9,14	21,31
Juni	22,17	25,55	25,34	18,74	13,82	27,11
Juli	21,45	24,35	24,50	18,12	13,81	26,95
August	21,06	24,77	24,77	18,48	14,07	27,03
September	14,40	17,63	17,86	12,77	9,63	19,52
October	7,44	11,72	13,16	7,14	3,56	14,02
November	2,63	6,46	6,87	3,02	0,32	7,86
December	1,87	5,31	6,76	3,05	−0,33	7,66
Jahr	9,91	13,81	14,16	8,67	4,95	15,85

C. 1843.	9h a. m.	12h	3h p. m.	9h p. m.	Min.	Max.	Im Garten Min.	Max.
Januar	+0,50	4,30	4,41	10,5	−1,96	6,11	−3,28	5,51
Februar	1,91	5,04	5,63	1,51	−0,48	6,32	−1,12	3,30
März	6,12	9,80	10,45	5,94	1,57	11,74	0,71	12,84
April	11,62	14,57	14,96	10,16	5,85	17,54	5,09	18,30
Mai	14,21	16,77	17,39	12,44	7,74	19,11	6,82	20,36
Juni	17,65	19,29	19,77	15,00	10,35	21,33	8,76	23,05
Juli	19,76	22,16	22,86	16,21	11,89	24,29	10,19	25,69
August	19,63	22,23	22,92	17,07	13,24	24,38	11,12	26,21
September	16,38	19,99	20,36	14,79	11,03	21,65	8,57	24,28
October	9,46	13,32	14,20	9,52	5,78	15,68	3,80	16,95
November	3,59	6,82	7,82	4,40	1,60	9,05	0,67	7,81
December	1,91	6,53	7,73	2,98	0,02	8,91	−1,88	6,97
Jahr	10,23	13,41	14,04	9,18	5,55	15,34	4,09	15,94

Ueberraschend ist die hohe Temperatur im Vergleiche zu Genf, da Aosta zwar ½ Grad südlicher, aber 640′ höher liegt.

Herr Carrel hat in der Bibl. univers 1842 bereits darauf hingewiesen, dass besonders die Sommermonate sich in Aosta durch ihre bedeutende Wärme auszeichnen.

Als vorzüglichste Ursache dieser Temperaturerhöhung darf wohl die allgemeine bedeutende Bodenerhebung in den Umgebungen Aostas[1] angeführt werden; überdies wird die Temperatur noch durch viele günstige Localverhältnisse, besonders in Beziehung auf Luftströmungen, in diesem Thale ebenfalls merklich erhöht[2].

Bei der Berechnung der Mittel wurde auf folgende Weise verfahren:

1) die Monatsmittel jedes Jahres sind abgeleitet durch die Combination $+0{,}4M + 0{,}5m + 0{,}1IX$, wobei auch für 1843 die Extreme auf dem Thurme, also die ersten Reihen, der Gleichförmigkeit wegen beibehalten wurden.

2) Die Abweichungen der Beobachtungsjahre vom wahren Mittel wurden jenen beiden von Genf gleichgesetzt[3].

---

1) Auch die Pflanzengrenzen erreichen in den Umgebungen Aosta's bedeutende Höhen. Vergl. IV. Abth. und d'Aubuisson in Journal de physique. Bd. LXXIII. p. 161—164.

2) Vergl. Carrel's sehr interessante Darstellung dieser Verhältnisse. Bibl. univers. 1841.

3) Enthalten in Dove's Abh. Berl. Acad. 1845. S. 176.

Mittlere Temperatur von Aosta.

Monat.	Aosta. (Celsius.)				Corr. nach Genf.				Aosta, reducirt.
	1841.	1842.	1843.	Mittel.	1841. R.	1842. R.	1843. R.	Mittel. C.	Celsius.
Januar	--1,12	−3,92	+1,52	−1,17	−0,45	+5,18	−1,50	+1,34	+0,17
Febr.	1,35	0,30	2,88	1,51	+0,25	+2,84	−2,22	+0,36	1,87
März	8,46	8,38	6,15	7,66	−0,77	−0,56	+0,34	−1,24	6,42
April	10,59	9,62	10,82	10,34	+0,69	+0,58	−0,27	+0,41	10,75
Mai	16,98	14,87	13,11	14,99	−1,81	−0,02	+1,60	−0,10	14,89
Juni	17,79	20,19	15,65	17,88	+1,71	−1,00	+2,56	+1,36	19,24
Juli	19,69	20,05	17,83	19,19	+1,98	+0,19	+2,35	+1,89	21,08
August	19,03	20,16	18,53	19,24	+1,37	−0,78	+0,73	+0,55	19,79
Sept.	16,83	14,21	16,19	15,74	−0,09	+1,08	−0,60	+0,16	15,90
Oct.	11,56	8,21	10,20	9,99	−0,90	+2,18	+0,24	+0,64	10,63
Nov.	3,76	3,59	4,82	4,06	−0,26	+1,03	−0,25	+0,21	4,27
Dec.	1,92	3,11	3,78	2,94	−0,89	+0,71	+0,83	+0,28	3,22
Jahr	10,57	9,90	10,04	10,19					10,69

Jahreszeiten red.

Winter 1,75 C. Frühling 10,69 C. Jahresmittel red. 10,69
Sommer 20,04 Herbst 10,27

Val Dobbia, Hospiz auf dem gleichnamigen Passe, linke Seite des Lysthales, bei Gressoney St. Jean. Nördl. Br. 45° 48′. Oestl. L. von Paris 5° 32′. Höhe 2409 M. 7416 P. F.

Es waren dort seit längerer Zeit Beobachtungen an Thermometrographen gemacht worden; Herr J. Zumstein war so gefällig, mir die folgenden Temperaturextreme der einzelnen Jahre mitzutheilen.

Die Höhe ist die von Saussure (Voyages vol. IV. p. 368) bestimmte.

Die Originalangaben sind nach Réaumur, und in ganzen und halben Graden angegeben.

Col di Val Dobbia. Temperaturextreme.

	Maximum.			Minimum.		
Jahr.	Monat.	Tag.	Temp. C.	Monat.	Tag.	Temp. C.
1833	August	16.	16,9			
1834	"	18.	17,5	Januar	21.	−21,3
1835	"	10.	15,0	"	14.	−20,3
1836	"	8.	16,3	"	17.	−22,5
1837	"	5.	15,0	"	24.	−23,3
1838	"	12.	16,3	"	20.	−22,5
1839	"	12.	16,3	"	31.	−23,5
1840	"	21.	15,0	Februar	22.	−21,3
1841	"	11.	16,3	Januar	10.	−18,5
1842	"	13.	15,0	"	8.	−20,0
1843	Septbr.	3.	12,5	März	4.	−21,1
1844	August	22.	15,6	Februar	5.	−19,4
1845	Juli	2.	16,9	"	16.	−20,0
1846	"	24.	20,6	"	10.	−26,3*
1847	"	15.	21,9*	Decbr.	14.	−20,0
1848	"	23.	18,8	Januar	27.	−20,0
1849	August	12.	17,5	März	10.	−18,8
1850	Juli	23.	13,8	"	26.	−20,0
1851	August	4.	20,0	"	8.	−20,0
1852	Juli	20.	20,6	"	14.	−20,0
1853				Februar	18.	−17,5

Die absoluten Extreme am St. Bernhard waren bisher[1] −30,2 als Minimum und 19,7 als Maximum.

Die mittlere Jahrestemperatur auf dem Col Valdobbia lässt sich aus den Extremen einzelner Tage nicht beurtheilen. Die Vergleichung der Vincenthütte mit den Berechnungen der Temperaturverhältnisse für die Basis des Monte Rosa[2] lässt jedoch erwarten, dass die Temperatur am Col di Valdobbia etwas wärmer ist als am St. Bernhard. Da der erstere ziemlich genau in der Mitte zwischen 5000′ und 9734′ liegt, kann die mittlere Jahrestemperatur nahe zu gleich

1) Nach Mahlmann; vergl. unsere frühere Unters. S. 371.

2) Jahresmittel für die Südabdachung bei 5000 P. F. = 5,75 C. Temperatur auf der Vincenthütte bei 9734 P. F. = −4,0° C. Siehe unten S. 366.

$$\frac{+5,75 - 3,5}{2} = +1^\circ \text{ C.}$$

angenommen werden, während die Temperatur am St. Bernhard −1,89° C. beträgt

---

6. Savoyen.

Chambéry. Nördl. Br. 45° 34′ 10″. Oestl. L. v. Paris 3° 54′ 46″.
Höhe 2436 M. 750 P. F.

Diese Temperaturbeobachtungen wurden von BILLIET und RAYMOND gemacht. Die hier folgenden Monatsmittel sind die Mittel der täglichen Extreme von 1823 bis 1831. Vergl. DOVE Acad. Berl. 1845 S. 298 u. 292.

Mittlere Temperatur Chambéry (9jährige Mittel der Extreme).

Monat.	Temp. C.	Jahreszeiten:	
Januar	−0,59		
Februar	2,66	Winter	+1,81
März	6,80	Frühling	11,17
April	11,33	Sommer	19,13
Mai	15,39	Herbst	11,19
Juni	17,70		
Juli	02,40		
August	19,29		
September	16,45	Jahresmittel:	
October	11,14	10,83	
November	5,99		
December	3,35		

St. Jean de Maurienne. Nördl. Br. 45° 18′. Oestl. L. v. Paris 8° 37′.
Höhe[1] 578 M. 1779 P. F.

Zwölfjährige Mittel, von 1826 bis 1838, sind von dieser Station in DOVE's Temperaturtafeln S. 209[2] mitgetheilt. Die Beobachtungsstunden waren Sonnenaufgang und 2 bis 3 Uhr Nachmittags.

Die Temperaturen für die einzelnen Monate und Jahreszeiten sind folgende:

---

1) Nach BILLIET. Mém. de la soc. acad. de Savoie. XI. 1843. S. 96.
2) Vergl. Abhandl. der Turiner Academie. 1830. S. 161.

Mittlere Temperatur. St. Jean de Maurienne. 12 Jahre.

Monat.	Temp. C.	Jahreszeiten:	
Januar	−0,83	Winter	+0,25
Februar	1,29	Frühling	10,03
März	5,87	Sommer	18,74
April	9,67	Herbst	9,80
Mai	14,53		
Juni	17,68		
Juli	19,88		
August	18,72	Jahresmittel:	
September	14,75	9,70	
October	10,47		
November	4,16		
December	0,29		

Moutiers. Nördl. Br. 45° 30′. Oestl. Länge von Paris 4° 12′. Höhe 491 M. 1510 P. F.

Es lagen 2 Reihen von Beobachtungen vor, aus denen ich die wahre mittlere Temperatur abzuleiten versuchte.

Die älteren Beobachtungen waren von Herrn Messelod, Civilingenieur, im Jahre 1843 angestellt. Sie sind von Herrn Carrel in der Bibliothèque universelle de Genève vol. LI. S. 135 mitgetheilt; sie wurden an 2 Thermometrographen mit der hunderttheiligen Scala gemacht.

Die Mittheilung von Beobachtungen im Jahre 1846 u. 1847 verdanke ich der Güte des Hr. Prof. Miétan. Die Beobachtungszeiten waren Sonnenaufgang und 3h; die Originalaufzeichnungen waren in Réaumurschen Graden. Ueber die Höhe von Moutiers vergleiche S. 56/57 No. 164. Sie ist das Mittel aus den Messungen von Billiet und von uns.

Nach den Genferbeobachtungen reducirt ergeben sich im Mittel aus beiden Reihen folgende Wärmegrade für die einzelnen Monate.

Mittlere Temperatur, Moutiers. Red. Cels.

Monat.	Temp. C.	Jahreszeiten:	
Januar	−1,99		
Februar	2,88		
März	5,45	Winter	+0,08
April	10,51	Frühling	10,09
Mai	14,30	Sommer	18,83
Juni	17,89	Herbst	10,44

Monat.	Temp. C.	
Juli	18,99	
August	19,60	Jahresmittel:
September	15,32	9,86
October	10,93	
November	5,07	
December	−0,64	

7. Berechnung einiger Temperaturverhältnisse in den Umgebungen des Monte-Rosa.

Aus den Monatsmitteln zu Törbel und Saas, und aus unseren Beobachtungen auf der Vincenthütte versuchte ich einige allgemeine Verhältnisse für die Umgebungen des Monte-Rosa zu berechnen. Es dienten auch zugleich die Bestimmungen der Quellentemperatur, der Pflanzengrenzen und der Schneelinie als Anhaltspunkte, um die gefundenen Unterschiede der Wärme für die verschiedenen Abdachungen zu prüfen.

Fuss des Monte-Rosa bei 1725 M. 5000 P. F.[1]

Bei der Reduction von Törbel und Saas auf die Höhe von 5000 Fuss setzte ich einen Höhenunterschied von 540 P. F. für 1° C. Temperaturabnahme voraus. Es ergaben sich so 2 Reihen, deren arithmetisches Mittel sehr nahe auch den mittleren Wärmeverhältnissen für diese beiden Gruppen von Localitäten auf der Nordseite des Monte-Rosa entsprechen dürfte. Da die Correction wegen der Höhe in dem einen Falle auf 200', in dem andern (Saas) nur auf 70' bezogen wird, war es ohne Einfluss auf das Resultat, dass der Abnahmequotient, 540', für alle Monate hindurch als constant angenommen wurde.

Um jedoch einen Mittelwerth für die Basis des Monte-Rosa im allgemeinen zu erhalten, mussten noch die Abhänge von nördlicher Exposition[2] und der Unterschied zwischen der gesammten Süd- und Nordabdachung des Gebirgsstockes berücksichtigt werden. Wir wollen zuerst diese letztere besprechen.

Der Unterschied zwischen der südlichen und nördlichen Seite dieser Gebirgsgruppe kann für den vorliegenden Fall mit hinreichender Genauigkeit durch die Vergleichung der mittleren Jahrestemperaturen bestimmt werden. Man kann daher

1) Ich wählte diese Höhe als Ausgangspunkt, weil sie ziemlich gut dem Anfange der grösseren Thalflächen in diesem Terrain entspricht. Sie kann zugleich als die mittlere Höhe des unteren Randes für das auf unserer Karte des Monte-Rosa dargestellte Gebiet betrachtet werden.

2) Saas liegt, wie oben S. 357 erwähnt, im Thale, Törbel auf einem nach Südwesten exponirten Abhange.

den Unterschied der Jahresmittel auch aus der Wärme der Quellen ableiten. Wenn auch verschiedene Umstände bedingen, dass die Wärme der Quellen von jener der Luft abweicht, so lässt anderentheils die ziemlich gleichartige Bodengestaltung auf beiden Abdachungen des Monte-Rosa erwarten, dass der Unterschied der Qellenwärme auf den beiden Abdachungen von dem entsprechenden Unterschiede der mittleren Jahrestemperatur wenig abweicht.

Folgende 4 Quellen können in dieser Beziehung sehr wohl unter sich verglichen werden, da zugleich jede Gruppe 2 Quellen von verschiedener Exposition einschliesst[1].

Nordabdachung:

Quelle.	Exposition.	Höhen.	Wärme, direct. Beob.	Reduc. auf 5000′.
Täsch.	N.W.	4560′	4,9° C.	4,3° C.
Zermatt.	W.	5310′	4,5	4,9
			Mittel	4,6

Südabdachung[2].

Quelle.	Exposition.	Höhen.	Wärme direct. Beob.	Reduc. auf 5000′.
Gressoney St. Jean.	O.S.O.	4218′	5,7° C.	4,6° C.
Bödemie.	S.W.	5975′	4,2	5,5
			Mittel	5,1

Man kann demnach für den Unterschied der Nord- und Südabdachung ungefähr einen halben Grad C. mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit annehmen.

Auch die Unterschiede in den Vegetationsgrenzen scheinen diese Wärmedifferenz zu bestätigen.

Man müsste demnach das Mittel aus Törbel und Saas, reducirt auf 5000′ um $\frac{0,5}{2}$° C. = 0,25 erhöhen, um das Mittel für die Basis des Monte-Rosa zu erhalten.

Es ist aber, wie bereits erwähnt, noch eine andere kleine Correction zu bestimmen, die davon abhängt, dass unter den 2 Beobachtungsstationen keine nach Norden exponirt ist. Um auch solche Abhänge zu berücksichtigen, muss die Erhöhung etwas geringer als +0,25° C. angenommen werden.

---

1) Vergl. die Details der Beobachtungen, welche ich der Abhandlung meines Bruders entlehnte, Cap. IV. S. 214 u. 215.

2) Die Quelle bei der Scarpe-Alpe, in einer kalten, nach N.O. exponirten Lage (5579 F. 4,0° C.), konnte hier nicht wohl in das Mittel genommen werden, da es nicht möglich war eine Quelle in entsprechender Lage auf der nördlichen Seite der Monte-Rosa Gruppe mit ihr zu vergleichen.

Ich wählte deshalb statt der Corr. +0,25° C. für die wärmeren 6 Monate nur +0,1° C., für die kälteren +0,2° C. Der Unterschied der südlichen Expositionen vom Mittel, also auch in diesem Falle ihr Einfluss auf die Correction ist ja bekanntlich ganz allgemein in der warmen Jahresperiode grösser als in der kalten.

In der folgenden Tabelle, welche die so berechneten Temperaturen enthält, ist auch der Wärmeunterschied für die beiden Hauptabdachungen und für die einzelnen verschiedenen Lagen: in Thälern, auf nördlichen und auf südlichen Thalgehängen angegeben[1].

Mittlere Temperatur für 1625 M. 5000 P. F. in den Umgebungen des Monte-Rosa.

1. Monatsmittel.

Monat.	Temp. C.
Januar	−6,7
Februar	−3,4
März	0,7
April	4,3
Mai	12,4
Juni	14,8
Juli	16,4
August	15,6
September	9,3
October	6,0
November	−0,3
December	−3,6

Jahreszeiten:

Winter	−4,6
Frühling	5,8
Sommer	15,6
Herbst	5,0

Jahresmittel:

5,5

2. Allgemeine Correctionen.

A. Für die Südabdachung +0,25 } im Mittel.
B. Für die Nordabdachung −0,25 }

3. Specielle Correctionen für einzelne Localitäten.

	A. Thalsohlen.	B. Nördl. Expos.	C. Südl. Expos.
Wintermonate	−0,7	−0,2	+0,9
Sommermonate	+0,4	−0,5	−0,3
Jahr	−0,2	−0,3	+0,3

1) Die Thalgehänge folgen sich im allgemeinen, wenn wir von den kältesten Expositionen zu den wärmeren fortschreiten, in folgender Ordnung:

Unter dem Mittel: Nordost, Nord, Ost, Nordwest;
Ueber dem Mittel: Südost, Süd, Süd, Südwest.

Vergl. Untersuchungen S. 503.

Vincenthütte.

Vergleicht man die monatlichen Differenzen bei 9734′ für die Alpen im allgemeinen mit jenen, welche speciell der St. Bernhard ergiebt, so zeigt sich eine sehr grosse Uebereinstimmung. Dass an dem höheren Punkte während der kältesten und wärmsten Monate die Temperatur sich etwas weniger ändert als am St. Bernhard, stimmt ganz damit überein, dass die Temperaturveränderungen sowohl im Laufe des Tages als des Jahres in der Höhe geringer werden.

In der folgenden Tabelle sind die Temperaturen für 9734′ berechnet und die monatlichen Differenzen mit jenen am St. Bernhard verglichen.

Temperaturverhältnisse bei 9734′ für das mittlere Alpengebiet.

Monat.	Isotherme.	Abs. Höhe.	Erhebung für 1° C.	Berechnet für 9734′.	Monatliche Differenz. 9734′.	St. Bernhard 7613′.
Januar	−12,5	8400	680	−14,5	+0,8	+2,0
Februar	−12,5	8900	680	−13,7	+0,8	+1,1
März	−12,5	9500	600	−12,9	+3,5	+3,4
April	−7,5	8800	500	−9,4	+5,3	+4,6
Mai	−2,5	8900	520	−4,1	+3,2	+3,5
Juni	0	9350	400	−0,9	+1,9	+1,6
Juli	+2,5	9200	360	+1,0	−0,2	−0,6
August	+2,5	9100	360	+0,8	−2,8	−2,4
September	0	8750	500	−2,0	−2,5	−4,1
October	−2,5	8500	600	−4,5	−5,2	−3,6
November	−7,5	8000	840	−9,7	−2,5	−2,4
December	−1,0	8000	800	−12,2	−2,3	−3,0

Eine kleine Unregelmässigkeit zeigen die Temperaturveränderungen vom September bis November. In dem zweimonatlichen Zeitraume betragen sie sowohl bei dem Punkt von 9734′, als auch für den St. Bernhard 7,7° C. Aber die Vertheilung auf die 2 einzelnen Monate ist eine etwas verschiedene. Auch hier glaube ich die Verhältnisse auf der Vincenthütte selbst, jenen am St. Bernhard, wegen der geringen Entfernung beider Punkte gleichsetzen zu dürfen. Die Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge kann wegen der westlichen Lage dieser beiden Punkte wohl als die wesentlichste Ursache ihrer Abweichung vom allgemeinen Mittel betrachtet werden.

Ich nehme daher die Temperaturveränderung für die Vincenthütte wie folgt an, (indem ich mit dem Unterschiede zwischen Januar und Februar beginne und mit jenem zwischen December und Januar ende.)

J. F. +0,8	A. M. +5,3	J. A. −0,2	O. N. −3,6
F. M. +0,8	M. J. +3,2	A. S. −2,8	N. D. −2,5
M. A. +3,5	J. J. +7,9	S. O. −4,1	D. J. −2,3

Die absolute Wärme der einzelnen Monate muss für die Vincenthütte von den mittleren alpinen Verhältnissen merklich abweichen, sowohl wegen ihrer Lage in den südwestlichen Alpentheilen, als wegen der Bodengestaltung, welche die grössere Erwärmung begünstiget.

Man kann daher, wie ich glaube, von folgender Betrachtung ausgehen, um die Wärme der Vincenthütte für die Jahresperiode zu bestimmen.

Während meiner Beobachtungen auf der Vincenthütte im September 1851 war die Temperatur am St. Bernhard gleich dem wahren Septembermittel. Es lässt sich daher wohl annehmen, dass auch für die Vincenthütte die Temperatur, welche wir damals erhielten, nämlich 0,3° C., dem wahren Septembermittel gleichgesetzt werden darf.

Daraus ergeben sich dann mit Berücksichtigung der so eben mitgetheilten monatlichen Veränderungen folgende Temperaturen für die einzelnen Monate:

Monatsmittel für die Vincenthütte. 3162 M. 9734 P. F.

Monat.	Temp. C.	Jahreszeiten:	
Januar	−12,2		
Februar	−11,4		
März	−10,6	Winter	−11,2
April	−7,1	Frühling	−6,5
Mai	−1,8	Sommer	+2,6
Juni	1,4	Herbst	−3,6
Juli	3,3		
August	3,1	Jahresmittel:	
September	+0,3	−4,68	
October	−3,8		
November	−7,4		
December	−9,9		

Um die Voraussetzungen, auf welchen diese Zahlen beruhen, zu prüfen, kann uns für das Jahresmittel die Abnahme zwischen Turin und der Vincenthütte, für die Sommertemperaturen die Höhe der Schneegrenze dienen.

Die Temperatur von Turin[1] ist 11,65° C., die Höhe des Beobachtungspunktes[2] 840 P. F. Dies ergiebt als Erhebung für 1° C. Temperaturabnahme 545 P. F. (Mittel für die Alpen 540).

---

1) Vergl. Unters. u. s. w. S. 330.

2) Vergl. oben S. 8.

Die Abnahme der Temperatur bis zum Fusse des Monte-Rosa bei 5000′, muss natürlich langsamer sein, da hier die Massenerhebung, wie oben erörtert, weit mehr erwärmend wirkt als in den höheren Theilen dieser Gebirgsgruppe.

Die Schneegrenze ferner liegt, wie wir früher fanden, in der Nähe der Juli-isotherme von +5° C. Ihre Höhe auf der südlichen Seite des Monte-Rosa beträgt 9200′; sie liegt also 534′ niedriger als die Vincenthütte. Die Temperaturabnahme zwischen 9200 und 10100′ im Juli zu 350′ für 1° C. angenommen (Unters. u. s. w. S. 355) ergiebt als Temperatur an der Schneegrenze auf den südlichen Abdachungen des Monte-Rosa 4,9° C. Auch dieses Resultat scheint demnach die Voraussetzungen zu bestätigen, auf welchen die Berechnung der Monatsmittel für die Vincenthütte beruht[1].

Temperatur des Monte-Rosa. Nördl. Br. 45° 55′ 58″. Oestl. L. von Paris 5° 31′ 47″. Höhe 4640 M. 14284 P. F.

Aus den Monatsmitteln der Vincenthütte versuchte ich auch die mittlere Wärme für den höchsten Gipfel des Monte-Rosa zu berechnen[2]. Obwohl die Grösse des Höhenunterschiedes nicht unbedeutend ist, 4550 P. F., so dürfte doch zugleich als ein sehr günstiger Umstand die unmittelbare Nähe der Vincenthütte an der Spitze erwähnt werden.

In der folgenden Tabelle sind die Monatsmittel enthalten und zugleich die Abnahme der Temperatur, zwischen 9734 und 14284′, welche ich für jeden Monat zu Grunde legte.

---

1) Auf Tafel XI. Fig. 1 sind neben den Pflanzen des Weissthores, 11138 P. F., auch die wahrscheinlichen Temperaturen der Jahreszeiten angegeben, nämlich:

Winter	−13,2	Sommer	−1,4
Frühling	−9,2	Herbst	−6,2

Jahresmittel −7,5

Sie wurden nach der Vincenthütte und dem Monte-Rosa Gipfel berechnet, indem die Schnelligkeit der Abnahme zwischen Weissthor und Vincenthütte jener zwischen Vincenthütte und Monte-Rosa gleichgesetzt wurde.

2) Ich benützte dabei, wie die folgende Tabelle zeigt, die Temperaturabnahme, die ich früher für Höhen zwischen 9700 und 12000′ erhalten hatte. Nur für den Monat September nahm ich statt 500 F. 460′ an, da die erstere Zahl eine etwas zu geringe Abnahme für diese Höhe zu ergeben scheint.

Monatsmittel für den Gipfel des Monte-Rosa [1].

(Berechnet nach der Vincenthütte.)

Monat.	Erhebung für 1° C.	Temp. des Monte Rosa C.	
Januar	800	−17,9	Jahreszeiten:
Februar	700	−17,9	Winter −17,1
März	650	−17,6	Frühling −14,4
April	540	−15,5	Sommer −9,5
Mai	540	−10,2	Herbst −11,4
Juni	410	−9,7	
Juli	360	−9,3	
August	360	−9,5	Jahresmittel:
September	460	−9,8	(−13,1 =) −13° C.
October	600	−11,4	
November	800	−13,1	
December	800	−15,6	

1) Zwischen dem Gipfel des Monte-Rosa und jenem des Mont-Blanc beträgt der Höhenunterschied 525′, was im Mittel einer Wärmeabnahme von 1° C. entspricht; zugleich ist aber die Basis des Mont-Blanc etwas kälter als jene des Monte-Rosa. Das Jahresmittel dürfte daher für den Mont-Blanc wohl etwas niedriger sein als −14° C. Wir hatten früher (Unters. u. s. w. S. 379) die Jahrestemperatur allein für diese Gipfel berechnet und sie ebenfalls zu −13 bis −15° C. gefunden.

III. ABSOLUTE UND MITTLERE VERÄNDERLICHKEIT.

Die Wärmeverhältnisse verschiedener Orte können auch noch unter sich verglichen werden in Beziehung auf die Grösse der Abweichung der Monatsmittel einzelner Jahre vom wahren (vieljährigen) Mittel. Diese Abweichungen geben einen Anhaltspunkt, um die Veränderlichkeit der Temperaturverhältnisse zu bestimmen.

Man kann dabei eine absolute und eine mittlere Veränderlichkeit unterscheiden. Das Maass der absoluten Veränderlichkeit ist die Differenz zwischen der wärmsten und der kältesten Temperatur der Monate oder des Jahres in einer langen Beobachtungsreihe. Je länger die Beobachtungen fortgesetzt sind, desto mehr wird man sich dem wirklichen Unterschiede dieser Extreme nähern.

Verschiedene Beobachtungsreihen, die eine sehr ungleiche Zahl von Jahren umfassen, sind daher nicht strenge unter sich vergleichbar, da ein besonders kalter Winter oder heisser Sommer eines einzigen ausserhalb der untersuchten Reihe liegenden Jahres die Unterschiede bedeutend vergrössern müsste.

Die mittlere Veränderlichkeit ist das arithmetische Mittel der Abweichungen jedes Monates der einzelnen Jahre vom allgemeinen Mittel; die Zeichen der Abweichungen bleiben dabei unberücksichtigt.

Ist z. B. im Zeitraume von 1830 bis 1840 die Temperatur des Januar in Genf

für 1830 = t_0
„ 1831 = t_1
„ 1832 = t_2
. . . . .
. . . . .
„ 1839 t_9
das Mittel von 1830 bis 1840 T

so sind die Abweichungen d der einzelnen Jahre

$$d_0 = t_0 - T$$
$$d_1 = t_1 - T$$
$$d_2 = t_2 - T$$
. . . . .
. . . . .
$$d_9 = t_9 - T$$

In der folgenden Tabelle für die absolute Veränderlichkeit ist in der untersten Reihe der Unterschied des wärmsten und kältesten Jahres angegeben.

In der Tabelle für die mittlere Veränderlichkeit hingegen sind die Zahlen der letzten Horizontalreihe das arithmetische Mittel der 12 vorhergehenden.

Die erste, allgemeine Zusammenstellung zeigt vorzüglich, wie gegen die kalte Zone die Veränderlichkeit zunimmt und zugleich durch die Gebirge in den Sommermonaten vermehrt wird[1].

Die mittlere Veränderlichkeit d ist dann

$$d = \frac{d_0 + d_1 + d_2 + \dots d_9}{10}$$

wobei d_0 d_1 . . sämmtlich positiv genommen sind, indem nur ihre Grösse, nicht ihre Zeichen berücksichtigt sind.

Diese Art, die absolute und die mittlere Veränderlichkeit zu bestimmen, ist von Dove aufgestellt worden, der zugleich für eine Reihe von Orten diese Grössen berechnete und folgende allgemeine Resultate erhielt:[2]

1. „Die absolute Veränderlichkeit der Temperatur ist zwischen den Tropen am geringsten; aber in der Gegend der Moussons bedeutender als in der Region der Passate.

2. In der gemässigten Zone, besonders an Orten eines noch nicht überwiegenden Seeklimas, wächst die Veränderlichkeit mit der Annäherung an die kalte Zone.

3. Die Nähe der Gebirge scheint besonders in den Sommermonaten die Veränderlichkeit zu steigern.

4. Entfernt man sich von den Küsten in das Innere der Continente, so nimmt die im Seeklima geringe Veränderlichkeit zuerst zu, bei weiterem Fortschreiten aber nimmt sie wieder ab. Die absolute Veränderlichkeit ist also weder im eigentlichen Seeklima, noch im eigentlichen Continentalklima am grössten, sondern da wo beide in einander übergehen.

5. Besonders in der Gegend der Sommerregen in der gemässigten Zone ist der September der beständigste Monat. Die Veränderlichkeit ist am grössten in den verschiedenen Wintermonaten, nimmt dann schnell nach dem Frühling hin ab, wo sie ebenfalls an vielen Orten ein Minimum erreicht.“ —

In den folgenden Tabellen ist die Veränderlichkeit für verschiedene Orte zusammengestellt.

---

1) Die Tabellen sind Dove's Abhandlungen in den Schriften der Berl. Akad. 1838 und 1839 entnommen. Für die absolute Veränderlichkeit am St. Bernhard und am Peissenberg konnte ich noch neuere Materialien zur Bestimmung benützen. Vergl. oben S. 320 und S. 349. Ebenso sind die mittleren Veränderungen für den St. Bernhard für 1828 bis 1834 neu hinzugefügt.

2) Dove: Abhandlungen der Berl. Akad. 1838 S. 347 bis 355.

I. Grösste Abweichung monatlicher und jährlicher Mittel.

A. Allgemeine Uebersicht der absoluten Veränderlichkeit. Réaum.

Monat.	Italien.	Alpen.	Deutschland.	Nordeuropa.
Januar	5,47	8,89	9,44	10,51
Februar	5,38	7,09	7,83	10,29
März	5,32	6,66	5,97	8,17
April	4,67	6,45	4,74	6.96
Mai	4,88	5,26	5,45	5,99
Juni	5,17	5,06	3,95	5,76
Juli	3,68	4,99	4,71	5,54
August	4,45	5,36	5,01	5,82
September	4,26	4,65	3,41	5,35
October	4,25	5,10	4,45	6,76
November	4,77	5,99	5,23	7,43
December	5,29	9,10	9,72	9,64
Jahr	2,21	2,59	2,57	2,64

B. Tiefland im Süden der Alpen. Réaum.

Orte. Zahl d. Jahre.	Nizza. 20	Padua. 34	Mailand. 72	Turin. 23
Januar	4,50	6,57	8,20	6,47
Februar	4,04	6,63	9,00	5,23
März	5,70	6,55	6,50	5,40
April	5,25	5,80	5,50	5,43
Mai	3,60	7,70	6,42	4,94
Juni	7,60	3,46	5,51	5,10
Juli	3,90	4,86	4,60	3,23
August	4,45	6,40	5,28	3,80
September	3,75	3,44	6,89	2,90
October	4,35	6,24	5,20	3,93
November	4,25	4,96	5,20	4,03
December	4,45	6,76	6,80	3,83
Jahr	3,55	1,86	2,78	2,10

C. Absolute Veränderlichkeit innerhalb der Alpen. Réaum.

Orte. Höhe P. F. Zahl d. Jahre.	Genf. 1253 42	St. Bernhard. 7613 33	St. Gotthard. 6650 10	St. Gallen. 1700 10	Innsbruck. 1795 52
Januar	9,79	8,26	(3,21)	6,74	11,52
Februar	6,30	6,64	5,65	3,88	10,43
März	6,08	7,41	5,47	5,45	9,26
April	5,92	5,53	5,49	7,53	8,32
Mai	5,88	4,99	5,38	3,77	6,50
Juni	5,89	5,91	4,89	6,46	4,99
Juli	5,06	6,12	3,53	2,66	6,46
August	5,14	4,27	4,54	2,66	8,93
September	4,27	6,25	3,44	2,80	6,13
October	5,09	5,02	3,31	4,92	7,46
November	6,37	8,17	5,46	5,13	8,47
December	7,53	6,90	8,77	6,81	13,03
Jahr	2,24	2,29	—	—	4,45

D. Hochebene im Norden der Alpen. Réaum.

Orte. Höhe P. F. Zahl d. Jahre.	Peissenberg. 3005 59	München. 1569 34	Augsburg. 1470 22	Regensburg. 1078 62
Januar	14,25	10,50	9,62	11,50
Februar	8,57	6,78	7,51	8,27
März	7,94	7,96	5,58	9,81
April	8,55	6,51	6,23	9,67
Mai	6,63	5,86	4,33	7,16
Juni	6,70	5,20	5,46	5,86
Juli	5,63	5,22	4,89	7,66
August	6,89	6,49	5,69	7,49
September	5,04	5,79	6,28	5,17
October	7,12	4,47	4,89	6,33
November	6,81	5,23	5,30	6,88
December	8,73	9,17	10,54	12,15
Jahr	2,86	2,57	2,22	3,18

II. Mittlere Veränderlichkeit einiger Alpenstationen.

A. August 1820 bis Juni 1830. Réaum.

	Mailand.	St. Bernhard.	Genf.	München.	Regensburg.
Januar	1,50	1,88	1,66	2,28	2,45
Februar	1,26	1,42	1,13	1,60	1,95
März	1,08	1,74	1,12	1,12	1,08
April	0,79	0,92	0,81	1,13	0,87
Mai	0,50	0,79	0,79	1,10	0,99
Juni	1,12	1,36	1,23	1,34	1,26
Juli	0,71	1,11	1,06	0,87	1,09
August	0,61	0,74	1,04	0,86	1,27
September	0,63	1,01	0,83	0,84	1,15
October	0,58	1,02	1,09	0,72	0,78
November	1,04	2,03	1,56	1,57	1,47
December	1,08	1,64	1,56	1,12	2,42
Mittel	0,91	1,31	1,16	1,21	1,39

B. Januar 1828 bis Januar 1835.

1. Südliche Gruppe. Réaum.

	Mailand.	St. Jean de Maurienne.	St. Bernhard.	Genf.
Januar	1,04	1,81	1,67	2,29
Februar	1,28	0,96	0,88	1,27
März	0,75	0,81	0,96	0,56
April	1,09	1,09	1,01	0,91
Mai	0,97	0,94	0,71	0,93
Juni	0,61	0,84	0,84	0,86
Juli	0,83	0,74	0,73	0,83
August	1,03	0,88	1,74	0,93
September	0,79	1,27	1,44	0,97
October	0,75	0,78	0,56	0,91
November	0,61	0,81	0,74	0,69
December	1,22	1,42	1,51	1,72
Mittel	0,91	1,03	1,07	1,25

2. Nördliche Gruppe. Réaum.

	Bern.	Peissenberg.	München.	Regensburg.
Januar	2,02	2,81	2,08	2,81
Februar	1,42	1,38	0,95	1,78
März	0,69	0,50	0,70	0,56
April	0,67	1,11	1,11	1,09
Mai	1,15	1,37	1,12	1,11
Juni	0,91	0,99	1,39	0,83
Juli	1,07	0,91	1,23	1,41
August	1,05	1,18	1,47	1,61
September	1,14	1,38	1,35	0,71
October	0,83	1,40	0,78	1,14
November	0,66	1,03	0,74	1,11
December	1,58	1,53	1,91	1,75
Mittel	1,09	1,30	1,24	1,33

Obgleich die Höhe einen sehr deutlichen abstumpfenden Einfluss auf die Extreme ausübt, wenn man die Temperaturen direct unter sich vergleicht, so scheint sich doch bei den Abweichungen der Monatsmittel von mittleren Verhältnissen kaum in den Wintermonaten ein ähnlicher ausgleichender Einfluss in Beziehung auf ihre absolute Veränderlichkeit erkennen zu lassen. Selbst Genf und St. Bernhard geben sehr geringe Unterschiede, obwohl der Höhenunterschied sehr bedeutend ist.

Die Tabelle B. 1 zeigt, dass sich auch die mittlere Veränderlichkeit am St. Bernhard von jener in Genf und St. Jean de Maurienne nicht wesentlich unterscheidet.

Weniger specielle Vergleichungen könnten hier in ähnlicher Weise täuschen, wie die Annahme, dass der April der vorzugsweis veränderliche Monat des Jahres ist. Dove hat bekanntlich nachgewiesen, dass der April zu jenen Monaten gehört, welche die hier besprochene Veränderlichkeit am geringsten ergeben. Auch in grossen Höhen ist es häufiger, als in den tieferen Regionen, dass Nebel und heiterer Himmel, Temperaturen unter und über dem Frostpunkte, Schnee und Regen in raschen Oscillationen sich folgen. Aber die Grösse des Unterschiedes ist nicht bedeutend, und wirkt daher auf die Monatsmittel verschiedener Jahre wenig ein. Die Abwechslung zwischen Schnee- und Regenfällen dürfte wohl ebenfalls wesentlich dazu beitragen, für den Monat April in unserer Breite, für sehr hohe Punkte fast in allen Monaten, dem Clima scheinbar den Charakter grosser Veränderlichkeit zu geben. (An hohen

Orten verbinden sich damit noch wegen ihrer Nähe an der Wolkenregion die oft wiederkehrenden Nebeleinhüllungen.)

Die Temperaturunterschiede zwischen den verschiedenen atmosphärischen Niederschlägen sind jedoch weder im April im allgemeinen noch speciell an hohen Orten ungewöhnlich gross; sie werden uns nur in diesen beiden Fällen sehr deutlich bemerkbar, weil die Temperatur der Niederschläge um den Gefrierpunkt oscillirt, während uns im Sommer weit grössere Unterschiede in der Temperatur der Niederschläge entgehen können, wenn nicht specielle Messungen derselben vorgenommen werden.

In dem Zeitraume von 1792 bis 1850 waren nach den Beobachtungen am Peissenberge folgende die extremsten Monatsmittel:

Kältester Jan.	1830	Temp.	−7,85° C.	Abw.	−5,76° C.
Wärmster „	1796	„	+6,21	„	+8,30
Kältester Juli	1833	Temp.	12,23° C.	Abw.	−3,12° C.
Wärmster „	1807	„	19,26	„	+3,91
Kältestes Jahr	1816	Temp.	4,75° C.	Abw.	−1,90° C.
Wärmstes „	1810	„	8,33°	„	+1,68

Um auch noch ein Beispiel zu geben für die Unterschiede der Maxima und Minima, welche in einer mehrjährigen Reihe bei den einzelnen Monaten sich zeigten, führe ich die betreffenden Wärmeschwankungen für Kremsmünster an[1].

Unter Temperaturschwankung ist demnach hier der Unterschied zwischen der höchsten und der tiefsten Temperatur verstanden, die während eines Monats stattgefunden hat; die folgenden Zahlen sind die entsprechenden Mittelwerthe für die 20jährige Periode von 1820 bis 1840. Die erste Verticalreihe enthält die unmittelbar aus den Beobachtungen abgeleiteten Werthe; die Grössen der zweiten Reihe sind durch Rechnung gefunden[2].

1) Nach KOLLER's Gang der Wärme in Oesterreich ob der Ens S. 29.

2) Sie sind berechnet nach der Formel:

$$\Delta_n = 18{,}^\circ 613 + 1{,}6094 \sin(30^\circ(n+\tfrac{1}{2}) + 32^\circ 15') + 0{,}4617 \sin(60^\circ(n+\tfrac{1}{2}) + 34^\circ 22') + 0{,}2735 \sin(90^\circ(n+\tfrac{1}{2}) + 35^\circ 53')$$

wobei n die Zahl des Monats, vom 1. Januar gerechnet, bedeutet, Δ_n die dazu gehörige Temperaturschwankung. 18°,613 C. ist der mittlere Werth für alle 12 Monate.

Mittlerer Unterschied der monatlichen absoluten Extreme zu Kremsmünster. Cels.

Monat.	Temperaturschwankung. Beob.	Temperaturschwankung. Ber.	Monat.	Temperaturschwankung. Beob.	Temperaturschwankung. Ber.
Januar	20,21	20,14	Juli	17,33	17,23
Februar	20,77	20,61	August	17,58	17,39
März	19,88	20,20	September	17,25	17,66
April	19,83	19,59	October	17,62	17,49
Mai	18,83	18,85	November	17,47	17,59
Juni	17,69	17,86	December	18,64	18,73

Anmerkung. Vergl. auch Quetelet's sehr interessanten Bericht: Sur les variations périodiques et non périodiques de la température. Bull. Bruxelles. T. XX. No. 6. 1853.

Indem Herr Quetelet eine 20jährige Beobachtungsreihe von Brüssel untersuchte, fand er folgende 3 Gruppen von Veränderungen:

1) Die zufälligen Veränderungen, welche die Temperatur eines bestimmten Tages in verschiedenen Jahren zeigt.

2) Die periodischen Abweichungen, welche in jedem Jahre wiederkehren. Obwohl diese noch wenig untersucht sind, so lassen sich doch einzelne dieser interessanten Perioden schon jetzt annähernd bezeichnen, z. B. die Kälteperiode vom 7. bis 11. Januar, welche den kältesten Tag des Jahres einschliesst, die Kälteperiode vom 14. bis 23. Mai, die besonders im nördlichen Europa eintritt; die Wärmeperiode vom 4. bis 8. Juli, die den wärmsten Tag des Jahres enthält, und von gewöhnlich 2 auffallenden Temperaturdepressionen eingeschlossen ist etc. Zu dieser Gruppe von Anomalien sind zugleich jene Veränderungen zu rechnen, welche der Umdrehung der Sonne um ihre Achse, den Sonnenflecken, dem Dazwischentreten von Aerolithen und Sternschnuppen etc. zugeschrieben werden, da der Eintritt dieser Erscheinungen ebenfalls periodisch ist, obwohl ohne Zusammenhang mit den gewöhnlichen Jahreszeiten.

3) Die nicht periodischen Erscheinungen im engeren Sinne. —

Zur näheren Bestimmung der zufälligen Veränderungen, No. 1, wurden die Abweichungen eines bestimmten Tages von seinem mittleren Werthe in ähnlicher Weise untersucht, wie oben unter der Bezeichnung der „mittleren Veränderlichkeit" die Abweichung der Monate einzelner Jahre vom vieljährigen Mittel. Es ergab sich, dass diese Abweichungen von Ursachen abhängen, die sich so wenig verändern und sich zugleich in den verschiedenen Jahren in so ähnlicher Art combiniren, dass diese Abweichungen, wenn man sie für die ganze Jahresperiode vergleichend zusammenfasst, ebenso symmetrisch sich ordnen, wie die periodischen Veränderungen selbst.

Die Grösse der Veränderlichkeit, oder was dasselbe ist, die gegenseitige Entfernung der äussersten Grenzen, innerhalb welcher die Abweichungen eingeschlossen sind, erreicht im Winter ein Maximum, im Sommer ein Minimum. Die Dauer der Perioden, innerhalb welcher die Temperatur über oder unter dem Mittel sich befindet, beträgt (für Brüssel) ungefähr 5 Tage, im Winter nahe 6, im Sommer nur 4; wenn eine Abweichung von den normalen Verhältnissen im Winter eintritt, so ist grössere Wahrscheinlichkeit für ihre Fortdauer vorhanden, als wenn die Abweichung im Sommer sich zeigt.

Resultate.

1. Für 3malige Temperaturbeobachtungen in 24 Stunden giebt die Combination $\frac{VI+II+X}{3}$ für die Alpenstationen die besten Resultate.

Auch die Combination 0,4 M + 0,5 m + 0,11 IX zeigt sehr geringe Abweichungen vom wahren Mittel. Man kann sie daher anwenden, um aus einer Beobachtung am Tage, um IX Uhr Morgens, und aus den Extremen die mittlere Tageswärme zu berechnen.

2. Die mittlere Jahrestemperatur aus den einzelnen Monatsmitteln abgeleitet, ergiebt für den höchsten Gipfel der östlichen Alpen (und Deutschlands), für den Grossglockner 12158′ −11° C. für die höchsten Gipfel der Alpen im Allgemeinen: Mont-Blanc 14809 −14 bis −15; Monte-Rosa 14284 −13.

3. Die Temperaturen des Herbstes sind für diese hohen Gipfel auffallend weniger kalt als die Wärme jener Frühlingsmonate, die von der Zeit des jährlichen Temperaturminimums gleich weit abstehen.

4. Der Temperaturunterschied zwischen dem kältesten und wärmsten Monat ergab sich für den Monte-Rosa = 8° C., während er in Turin 23,5° C., in Mailand 23,2° C. beträgt.

5. Die Schneegrenze auf der südlichen Abdachung des Monte-Rosa fällt, wie im Alpengebiete im Allgemeinen, mit der Juliisotherme von +5° C. zusammen, obwohl sie hier die ungewöhnliche Höhe von 9200 Par. F. erreicht.

6. Während sowohl die Extreme der Temperatur einzelner Tage als die Mittel grösserer Perioden, mit der Höhe sich abstumpfen, zeigt die absolute und mittlere Veränderlichkeit der Temperatur keine entsprechenden Verschiedenheiten. Die Abweichungen von vieljährigen Mitteln werden für die einzelnen Monate selbst in Höhen über 7000′ nur wenig geringer als an den tiefen Stationen.

7. Die scheinbar grossen Unregelmässigkeiten der Witterung auf hohen Punkten sind in enge Grenzen eingeschlossen, und verschwinden daher bei Betrachtung mittlerer Verhältnisse. Die Oscillation der Temperatur der Niederschläge um den Nullpunkt trägt hier, wie für die tieferen Punkte in den Frühlingsmonaten, wesentlich dazu bei, die Veränderungen deutlicher zu zeigen, also scheinbar grösser zu machen.

CAP. XI.

ÜBER DEN GANG DES BAROMETERS.

INHALT.

Beobachtungen über die tägliche Periode. Barometergang auf der Vincenthütte. Zeit und Grösse der Extreme. Einfluss der Feuchtigkeit auf die tägliche und jährliche Periode.

Atmosphärische Wellen.

Ueber die 10jährigen Beobachtungen am St. Bernhard.

Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen. Bemerkungen über die Barometerformel. Veränderungen der berechneten Höhen in den verschiedenen Beobachtungsstunden. Correctionscoëfficienten für Beobachtungen im Herbste. Unterschied des Januar und December am St. Bernhard.

Bestimmung der Temperatur der freien Atmosphäre aus barometrischen Beobachtungen. Täglicher Gang. Abstumpfung und Verspätung der Extreme, besonders des Maximums. Zeit der gleichförmigsten Temperaturvertheilung. Obere Grenze der täglichen Temperaturveränderungen verglichen mit Beobachtungen auf den höchsten Gipfeln. Unterschiede für Genf und St. Bernhard.

Bemerkungen über einige Barometerstände zwischen 14000 und 12000 P. F. Resultate.

Beobachtungen über die tägliche Periode.

Barometrische Beobachtungen in grossen Höhen bieten bekanntlich wegen der täglichen Periode besonderes Interesse. Während in den Ebenen und an Punkten von geringerer Höhe ganz allgemein 2 Maxima und 2 Minima in der täglichen Periode sich zeigen, die sogar mit grosser Regelmässigkeit fast überall zu den gleichen Stunden eintreten[1], bieten hohe Orte, wenn sie zugleich, wie dies in Europa stets der Fall ist, eine sehr geringe Terrainoberfläche haben, gewöhnlich nur ein Maximum und ein Minimum im Laufe der 24 stündigen Periode.

Hohe Orte mit plateauartiger Bodengestaltung dagegen zeigen keinen anderen Typus des Barometerganges als die Ebenen, wie dies bekanntlich Humboldt's[2] Beobachtungen bis zu Höhen von 12000 Fuss bewiesen haben.

Schon früher hatte ich versucht (Cap. XIV. Untersuchungen u. s. w. 1850) in den Beobachtungen Saussure's am Col du Géant, Kämtz, am Faulhorn und in

1) Kaemtz Meteorologie Bd. II. S. 263.

2) Rélation historique Bd. III. S. 278 bis 313, und Tableau physique des régions équatoriales S. 91.

jenen, die wir selbst Gelegenheit hatten auf der Johannishütte anzustellen, einige Beispiele für diese Erscheinung zu sammeln[1].

Unsere neuen Beobachtungen auf der Vincenthütte bieten ebenfalls diese Erscheinung sehr deutlich. Zugleich erlauben die zahlreichen correspondirenden Stationen, welche wir vergleichen konnten, und die nicht unbedeutende Höhe der Beobachtungspunkte selbst, hier die Verhältnisse etwas specieller zu untersuchen.

Die Beobachtungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Die eingeklammerten Zahlen bezeichnen, wie früher, einige Beobachtungen, die zur Vervollständigung für den ersten und letzten Tag der Reihe und für den 12. Sept. (während unserer Versuche auf der Vincentpyramide) eingeschaltet wurden.

Die Angaben der gleichzeitigen Lufttemperatur und der Witterungsverhältnisse sind bereits oben in der Tabelle, welche der Seite 278 gegenübersteht, enthalten.

Alle Barometerstände sind auf 0 reducirt und die Correction des Barometers von +0,21MM ist ebenfalls überall bereits angebracht[2].

Barometrische Beobachtungen auf der Vincenthütte. 3162 M. 9734 P. F. 1851.

(Millimeter, auf 0 reducirt).

	6h	8h	10h	Mg.	2h	4h	6h	8h	10h	
Sept. 3.	(517,6)	(517,8)	(518,1)	(518,7)	518,6	518,0	517,5	517,4	517,5	3.Spt.
„ 4.	517,6	517,8	518,1	518,7	519,4	519,9	520,9	520,4	519,0	4. „
„ 5.	522,0	522,5	522,9	523,0	523,0	523,6	522,9	521,1	522,0	5. „
„ 6.	524,0	524,1	524,1	524,3	524,5	524,4	524,2	523,9	523,9	6. „
„ 7.	519,9	522,9	522,9	523,2	523,3	523,4	522,5	521,6	520,7	7. „
„ 8.	521,0	522,1	523,1	523,1	523,2	523,5	523,5	523,0	522,7	8. „
„ 9.	521,3	523,0	523,0	523,1	523,2	523,6	524,1	524,2	524,0	9. „
„ 10.	526,0	526,2	526,4	526,4	526,8	527,1	527,6	527,9	527,9	10. „
„ 11.	526,9	526,8	526,7	526,6	526,5	526,5	526,4	526,4	526,3	11. „
„ 12.	526,0	(525,9)	(525,9)	(525,8)	(525,9)	(526,0)	525,5	525,5	525,3	12. „
„ 13.	525,0	525,0	524,9	525,3	525,7	526,0	526,1	526,2	526,0	13. „
„ 14.	525,9	525,9	526,1	526,7	526,6	526,6	526,6	526,5	526,4	14. „
„ 15.	526,3	526,6	527,1	527,6	527,7	527,7	527,7	527,8	527,6	15. „
„ 16.	526,4	526,8	526,7	526,8	526,7	(526,5)	(526,5)	(526,2)	(526,2)	16. „

1) Vergl. auch Bravais und Martins: Observations météorologiques faites au sommet du Mont-Blanc et au grand plateau. Annuaire météor. de la France, 2me année p. 130, und Séries météorologiques au sommet du Faulhorn p. 90.

2) Vergl. oben S. 6.

Um den Gang des Luftdruckes für die ganze tägliche Periode übersehen zu können, wurden die Barometerstände für Mitternacht, 2^h und 4^h a. m. durch Interpolation bestimmt.

Da es sehr häufig vorkömmt, dass bei zweistündigen Beobachtungen die Stunden zwischen 10 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens fehlen, theile ich im folgenden die Gleichungen mit, aus denen die ausgeschlossenen Stunden berechnet werden können. (Nach BRAVAIS in GAYMARD voyages; Météorol. T. II. p. 316.

Bezeichnet man die fehlenden Stunden mit t_0 t_1 t_2 und setzt

$$\frac{2+\sqrt{3}}{7}t_{11}+\frac{2-\sqrt{3}}{7}(t_5+t_7+\frac{1}{7}(-t_3-t_4+t_6-t_8-t_9+t_{10}) = g_0,$$

$$\frac{2-\sqrt{3}}{7}(t_6+t_8)+\frac{1}{7}(t_3-t_4-t_5+t_7-t_9-t_{10}+t_{11}) = g_1,$$

$$\frac{2+\sqrt{3}}{7}t_3+\frac{2-\sqrt{2}}{7}(t_7+t_9)+\frac{1}{7}(t_4-t_5-t_6+t_8-t_{10}-t_{11}) = g_2;$$

so erhält man daraus

$$t_0 = \frac{2+\sqrt{3}}{7}t_1+\frac{t_2}{7}+g_0$$

$$t_1 = \frac{2+\sqrt{3}}{7}(t_0+t_2)+g_1$$

$$t_2 = \frac{2-\sqrt{3}}{7}t_1+\frac{t_0}{7}+g_2.$$

Ist

$$t_0+t_2 = x$$

$$t_0-t_2 = y$$

so hat man folgende Gleichungen aufzulösen:

$$\frac{6}{7}x-\frac{4+2\sqrt{3}}{7}t_1 = g_0+g_2$$

$$\frac{7}{8}y = g_0-g_2$$

$$2t_1-\frac{4+2\sqrt{3}}{7}x = 2g_1$$

Aus diesen Gleichungen findet man:

$$x = \frac{343+98\sqrt{3}}{74}\cdot\frac{g_0+g_2}{2}+\frac{140+77\sqrt{3}}{74}g_1$$

$$= 6{,}929\frac{g_0+g_2}{2}+3{,}694\,g_1,$$

$$y = \frac{7}{4}\frac{g_0-g_2}{2} = 1{,}75\,\frac{g_0-g_2}{2},$$

$$t_1 = \frac{140+77\sqrt{3}}{74}\cdot\frac{g_0+g_2}{2}+\frac{147+42\sqrt{3}}{74}g_1$$

$$= 3{,}694\frac{g_0+g_2}{2}+2{,}9695g_1$$

Da nun x und y bekannt sind, lassen sich auch die Werthe für t_0 und t_2 bestimmen.

In der folgenden Tabelle sind die aus den Beobachtungen abgeleiteten Mittel für die geraden Stunden und die Interpolationen für die Stunden 12ʰ, 2ʰ, 4ʰ enthalten. In der zweiten Verticalreihe sind die Werthe für jede volle Stunde eingeschaltet und zugleich kleine Unregelmässigkeiten der Curve entfernt.

Ständliche Veränderungen des Luftdruckes auf der Vincenthütte.

Stunden.	Mittel der 2ständigen Beobacht.	Verbesserte Stundenmittel.	Ständliche Veränderung.	Stunden.
0	524,21	524,23	+0,09	Mg.
1ʰ		524,33	+0,10	1ʰ p. m.
2	524,37	524,39	+0,06	2 „
3		524,45	+0,06	3 „
4	524,36	524,50	+0,05	4 „
5		524,48	−0,02	5 „
6	524,43	524,46	−0,02	6 „
7		524,42	−0,04	7 „
8	524,29	524,29	−0,13	8 „
9		524,02	−0,27	9 „
10	523,96	523,84	−0,38	10 „
11		523,40	−0,44	11 „
			−0,32	
12	523,0	523,08	−0,17	Mn.
13		522,91	−0,06	1ʰ a. m.
14	522,8	522,85	−0,05	2 „
15		522,80	+0,03	3 „
16	522,8	522,83	+0,16	4 „
17		522,99	+0,21	5 „
18	523,28	523,20	+0,29	6 „
19		523,49	+0,30	7 „
20	523,81	523,79	+0,14	8 „
21		523,93	+0,14	9 „
22	524,00	524,07	+0,07	10 „
23		524,14	+0,09	11 „
	Mittel	523,79		

Die Schwankungen des Barometerstandes sowohl wärend der ganzen Beobachtungsreihe als auch während der täglichen Periode sind sehr gering.

Das Minimum des Nachmittags ist entschieden verschwunden und durch ein Steigen des Barometerstandes bis gegen 5 Uhr Abends ersetzt, während, wie zu erwarten, der tägliche Gang des Luftdruckes zu Genf, Mailand, Turin der gewöhnliche war.

Die stündliche Veränderung ist zugleich zwischen 1 Uhr und 7 Uhr sehr gering.

Das Minimum am Morgen hält mehrere Stunden fast ohne Veränderung an. Unmittelbar vor und nach den Stunden des Minimums am Morgen treten die raschesten Veränderungen des Barometerstandes ein.

Um den Gang des Luftdruckes an der Vincenthütte und an hohen Orten überhaupt etwas näher zu beurtheilen, will ich zuerst einige allgemeine Bemerkungen über die tägliche Periode vorausschicken.

Die Zeiten der Maxima und Minima in den tieferen Regionen sind im Mittel folgende[1]:

Erstes Minimum	um	7^h 5'	p. m.
„ Maximum	um	10^h 11'	„
Zweites Minimum	um	3^h 45'	a. m.
„ Maximum	um	9^h 37'	„

Im Laufe des Jahres verändern sich diese Stunden in der Art, dass das nachmittägige Minimum und Maximum im Sommer später eintreten; das Minimum und das Maximum am Morgen zeigen sich im Sommer früher als im Winter. Die Differenz kann mehrere Stunden betragen. Die geringsten Veränderungen erleidet das Minimum des Morgens; dieses ist, wie sich sogleich zeigen wird, auch von den Veränderungen des Barometerganges an hohen isolirten Punkten am wenigsten betroffen.

Als die wesentliche Ursache der täglichen Veränderungen des Barometerstandes[2] kann die ungleiche Temperaturvertheilung in horizontaler Richtung betrachtet werden.

Die beiden Minima treffen mit der Zeit der Temperaturextreme sehr nahe zusammen. In beiden Fällen tritt nämlich ein Abfliessen der Luft nach seitlich gelegenen Punkten ein.

Zur Zeit des Temperaturminimums scheint sich die seitlich abfliessende Luft nahe der Oberfläche der Erde, also an der unteren Grenze der Atmosphäre zu bewegen. Damit stimmt auch sehr gut der Umstand überein, dass das Minimum des Morgens an sehr hohen isolirten Orten, demnach wohl auch in der freien Atmosphäre mit grosser Regelmässigkeit zu denselben Stunden eintritt, wie in der unmittelbaren Nähe der Oberfläche selbst.

---

1) Bestimmt von Kaemtz Lehrb. Meteor. II. S. 264.

2) Vergl. die früheren Erklärungen: Kaemtz II. S. 279 u. ff. und Ramond Mém. de l'Institut II. 1808 p. 108.

Das seitliche Abfliessen der Luft zur Zeit des Temperaturmaximums, welches den niedrigen Barometerstand zwischen 3^h und 4^h hervorbringt, wird vorzüglich in den höheren Theilen der Atmosphäre statt finden, indem durch die Erwärmung der Luft, die zunächst in der Nähe des Bodens beginnt, die ganze Luftsäule gehoben wird und an der oberen Grenze oder wenigstens in ihrer Nähe seitlich abfliesst.

Die Maxima des Barometerstandes werden sich für die Ebenen an jenen Orten zeigen, wo die beiden Ströme, der obere sowohl als der untere, noch gleichzeitig ziemlich intensiv vorhanden sind.

Es bleibt noch zu untersuchen, wie sich das Minimum an der Oberfläche der Erde gleichzeitig mit jenem Maximum verbinden kann, welches in den höheren Regionen der freien Atmosphäre oder an sehr hoch gelegenen schmalen Abhängen und Berggipfeln eintritt, bei welchen der Einfluss des besonnten Bodens nicht sehr bedeutend ist.

Es dürfte sich dies am besten aus folgender Betrachtung übersehen lassen.

Erwärmt man in einer unten und seitlich abgeschlossenen Röhre eine Luftmasse, die nach oben von einem beweglichen Kolben begrenzt ist, so wird der Kolben gehoben, aber die Spannkraft wird im eingeschlossenen Raume, da er sich jetzt vergrössern konnte, wenn wir von dem kleinen Widerstande der Reibung absehen, stets dieselbe bleiben.

Durch die Erwärmung der Luft in der Nähe des Bodens kann entweder ihre Spannkraft vermehrt werden, oder es wird dieser Vermehrung der Spannkraft dadurch das Gleichgewicht gehalten, dass der Raum für die betreffenden Luftschichten sich vergrössert. In dem letzteren Falle würde der Druck der Luft am Boden auch Mittags unverändert bleiben.

Diese Bedingung, nämlich die Vergrösserung des Raumes für jene Luftmasse, welche in der Nähe des Bodens erwärmt wird, tritt in der Natur wirklich ein; der aufsteigende Luftstrom hebt unmittelbar die höheren Schichten etwas empor; dadurch bildet sich zugleich an der oberen Grenze der Atmosphäre eine wellenförmige Erhöhung, die von dem Momente ihres Entstehens an durch seitliches Abfliessen wieder abgeplattet wird.

Bei jener durch den Kolben abgesperrten Luftmasse, die ich oben des Vergleiches wegen anführte, müsste man sich demnach gleichzeitig mit der Erwärmung den Druck des Kolbens etwas vermindert denken; dann wird es, den Verhältnissen an der Bodenoberfläche entsprechend, geschehen, dass ungeachtet der Erwärmung der Luft die Spannung derselben geringer wird. Die Luft im abgesperrten Cylinder ebenso wie jene an der Oberfläche der Erde befindet sich dann verhältnissmässig in geringerer Spannung, als ihrer Temperatur zukommen könnte, da gleichzeitig der Raum für dieselbe sich vergrössert.

Es vermindert sich demnach einige Stunden nach dem Temperaturmaximum der Luftdruck an der Oberfläche der Erde deswegen, weil durch das Abfliessen

an der oberen Grenze der Atmosphäre das Gesammtgewicht der ganzen Luftsäule geringer wird; es bleibt aber noch zu untersuchen, wie sich gleichzeitig die Veränderungen des Luftdruckes in der ganzen, zwischen diesen Grenzen eingeschlossenen Luftsäule verhalten.

Wenn ich im folgenden bestimmte Höhen nenne, so sind zugleich nur die entsprechenden Punkte in der freien Atmosphäre gedacht; befinden sich selbst in bedeutenden Höhen grosse, der Insolation fähige Flächen, so bildet sich auch hier ein aufsteigender Luftstrom, der die Veränderung des Barometerstandes jenem in tieferen Punkten fast gleich machen kann. In den Tropen ist nach A. von Humboldt's Beobachtungen noch bis zu sehr bedeutenden Höhen die tägliche periodische Veränderung des Barometerganges jener in den Ebenen ähnlich. In den Thälern der Centralalpen tritt ein sehr entschiedenes Minimum während der ersten Nachmittagsstunden noch bis zur Höhe von 4000 Fuss ein[1].

Dass in der freien Atmosphäre das Minimum des Mittags bereits in Höhen von weniger als 6000'[2] nahezu verschwindet, in noch grösseren Höhen aber gleichzeitig ein Maximum des Luftdruckes eintritt, scheint von dem Zusammenwirken folgender beider Umstände abzuhängen.

Wenn die Erwärmung der Luft in der Nähe des Bodens eine Erhöhung der Atmosphäre zu bewirken beginnt, so wird der Anfang des Abfliessens an der oberen Grenze nicht gleichzeitig eintreten, sondern es wird die Wirkung der durch die Wärme sich ausdehnenden unteren Luftschichten sich zunächst durch eine kleine Compression der unmittelbar darüber liegenden Luftmassen Raum machen; es kömmt daher jetzt über einer gegebenen Höhe, z. B. über der Höhe von 6000 Fuss, eine etwas grössere Luftmasse zu ruhen, ohne dass dadurch der Gesammtdruck der Atmosphäre verändert wurde; nur die Vertheilung der Dichtigkeit innerhalb der verticalen Säule ist eine andere geworden. Diese locale Verdichtung schreitet wellenförmig nach oben fort, während gleichzeitig jetzt an der oberen Grenze das Abfliessen beginnt. So kann es geschehen, dass in einer gewissen Höhe, z. B. zwischen 8000 und 10000', Mittags noch ein Steigen des Barometers statt findet, während bereits der Gesammtdruck der ganzen Luftsäule anfängt sich etwas zu vermindern, wie das Barometer an der Oberfläche der Erde durch sein Fallen erkennen lässt.

In gleichem Sinne wirkt auch die Fortpflanzung der Wärme in der freien Atmosphäre. Die täglichen Veränderungen der Temperatur sind in verschiedenen Höhen weder von gleicher Grösse, noch sind sie, wie wir später sehen werden, in der freien Luftsäule gleichzeitig. Gesetzt es wäre wenigstens das letztere nicht der Fall,

---

1) Vergl. auch die Bemerkungen über die Temperaturvertheilung am Monte-Rosa. S. 303.

2) Am St. Bernhard, der doch bei weitem nicht den Einflüssen besonnter Abhänge ganz entzogen ist, ist bereits (s. unten S. 396) die tägliche Periode nahezu verschwunden; ein Maximum Mittags wurde beobachtet am Faulhorn 8260 P. F., nach Kaemtz, Martins und Bravais; von uns auf der Johannishütte und auf der Vincenthütte.

und es nähme nur die Grösse dieser Veränderungen von der unteren nach der oberen Grenze stetig ab, so würde auch wenigstens jener Theil der täglichen Veränderungen des Luftdruckes, welcher von der Temperatur der Luft abhängt, gleichzeitig sein. Allein da das Maximum der Wärme in der freien Luftsäule in den Regionen von 8000 bis 9000′ erst gegen Abend eintritt, so wird auch die Temperaturvertheilung dazu beitragen, die Dichtigkeit der Luft in diesen Höhen zur Mittagszeit verhältnissmässig etwas zu vermehren.

Auf hohen Bergen ist das Maximum der Luftwärme von jenem in den Ebenen fast ganz unabhängig[1], und auf eine so kleine Luftmasse beschränkt, dass es auf den Stand des Barometers nur einen sehr geringen Einfluss ausübt.

Da die Unterschiede in den täglichen Veränderungen der Atmosphäre verhältnissmässig sehr klein sind, und gewöhnlich nur wenige Tausendtel des Druckes in den verschiedenen Höhen betragen, so ist es um so mehr erlaubt, die hier besprochenen Betrachtungen über die Ungleichheiten des Druckes und der Wärmevertheilung auf die Schwankungen des Barometers anzuwenden. Dieselben erklären auch, wie kaum zu erwähnen nöthig ist, warum in grossen Höhen die Schwankungen jedenfalls geringer sind; wenn auch, wie in den Hochebenen der Anden, der Typus des täglichen Ganges jenem an der Oberfläche der Erde gleichbleibt.

Das Minimum des Morgens ist durch alle Höhen weit gleichmässiger vertheilt als die übrigen Wendestunden. Da bei dem Eintreten dieses Minimums das Abfliessen der Luft an der Oberfläche der Erde zugleich mit der Periode des Erkaltens, die ebenfalls in der freien Atmosphäre weit weniger Ungleichzeitiges darbietet als die Erwärmung, zusammenfällt, so wird dadurch eine Verkürzung der Luftsäule hervorgebracht, und es kommen an einem höheren Orte jetzt Luftschichten zu liegen, die verdünnter sind, weil sie aus der Höhe niedersinken. Dies scheint wesentlich dazu beizutragen, dass das Minimum des Morgens auch an hohen Orten stets sehr ausgesprochen ist; es zeigt sich auch sehr deutlich am St. Bernhard, verglichen mit Genf. An hohen Orten scheint das Minimum gewöhnlich ziemlich lange anzuhalten. Es dürfte hier zugleich zu erwähnen sein, dass auch für diese Wendestunde die Temperatur der Vincenthütte ein Beispiel dafür bietet, dass an hohen Orten die locale Temperatur auf eine verhältnissmässig zu geringe Oberfläche ausgedehnt ist, um auf das Barometer einen wesentlichen Einfluss zu haben. Hier zeigt sich, ganz durch locale Umstände bedingt (nämlich durch das Zusammenfliessen der kalten Luft aus den Firnmeeren) das Minimum der Luftwärme sehr früh, nahe um 1 Uhr Morgens. Das Barometer scheint aber davon fast gar nicht berührt zu sein.

Auf die Zeit des Eintrittes sowohl der Maxima als Minima hat gewiss auch der Umstand einigen Einfluss, dass die einmal in Bewegung versetzte Luftmasse, sie

---

1) Vergl. oben S. 308 und die später folgenden Bemerkungen über die Wärme der freien Luft, abgeleitet aus Barometerbeobachtungen.

mag im Aufsteigen oder im Sinken begriffen sein, erst allmählig zur Ruhe kömmt, wenn die bewegende Ursache bereits aufgehört hat zu wirken.

Bisher wurden nur die Veränderungen der Dichtigkeit in einer gleichsam isolirt gedachten Luftsäule in verticaler Richtung betrachtet.

Diese Annahme ist für die vorliegenden Verhältnisse wohl erlaubt, weil die Veränderungen der Wärme und der Dichtigkeit der Luft in horizontaler Richtung sich viel weniger ändern als in verticaler. Es ist überraschend zu sehen, wie sich diese hier besprochenen Veränderungen selbst an Tagen verfolgen lassen, wo heftige Luftströmungen wehen, wenn nur die wesentlichste Bedingung, nämlich eine lebhafte Insolation vorhanden ist.

Diese Veränderungen scheinen sich ähnlich wie die Schallwellen fortzupflanzen. Ihre Verbreitung wird zwar durch die Winde modificirt, aber keinesweges aufgehoben; der unmittelbare Einfluss der Winde auf die tägliche Periode durch Bewegung der Luftmassen scheint sehr gering. Indirect aber wirken die Winde allerdings auf den täglichen Gang des Barometers sehr wesentlich ein, indem sie ausser dem Druck im allgemeinen die Bewölkung und Besonnung, die Temperatur und die Feuchtigkeit verändern.

Auch die neueren Beobachtungen am Faulhorn, welche Bravais und Martins 1841, 1843 und 1844 anstellten, zeigen denselben Typus der täglichen Veränderungen des Barometers, welche früher Kämtz gefunden hatte.

Die einzelnen Ablesungen, die sehr häufig die ganze Nacht einschliessen, sind im Annuaire météorologique de la France 2me année p. 89 bis 121 mitgetheilt.

Ich berechnete aus den Beobachtungen vom 19. bis 29. Juli 1841 die Mittel für die einzelnen Stunden, da diese Tage verhältnissmässig gutes und beständiges Wetter hatten, und die unregelmässigen Veränderungen des Barometerstandes weniger bedeutend scheinen als in anderen Zeitabschnitten, die gleich viele Tage umfassten. Die Veränderungen des Luftdruckes sind in folgender Tabelle enthalten.

---

1) Vergl. über den Einfluss der Winde auf die Intensität und die Verbreitung des Schalles die höchst interessanten Versuche und Betrachtungen Alex. von Humboldt's. Kleinere Schriften Bd. I. S. 371 bis 382.

Gang des Luftdruckes auf dem Gipfel des Faulhorn. 2683 M. 8260 P. F.

Die Beobachtungen sind vom 19. bis 29. Juli 1841 gemacht. Die Angaben des Barometers, M.M., sind auf 0 reducirt. Zu jeder der folgenden Zahlen sind 550 M.M. zu addiren, um den absoluten Luftdruck zu erhalten.

Morgens.		Abends.	
Stunde.	Barometerstand.	Stunde.	Barometerstand.
Mn.	550 + 3,75 M.M.	Mg.	550 + 3,35 M.M.
1^h a. m.	3,36	1^h p. m.	3,35
2	3,20	2	3,36
3	3,03	3	3,32
4	2,90	4	3,30
5	2,90	5	3,27
6	2,90	6	3,24
7	2,94	7	3,25
8	2,98	8	3,27
9	3,08	9	3,25
10	3,20	10	3,13
11	3,27	11	3,51

Auffallend ist hier jenes Maximum, welches dem Minimum des Morgens vorangeht. Der Unterschied ist so gross und die Beobachtungen auch während der Nacht[1] sind zu zahlreich, dass kaum eine zufällige Störung allein die Ursache desselben sein kann. Es scheinen bei dem Abfliessen des kalten Stromes an der Oberfläche der Erde und bei dem allmähligen Nachsinken der Atmosphäre ähnliche Störungen in der regelmässigen Vertheilung des Druckes wie während der Tagesperiode einzutreten[2].

Sowohl dem Faulhorn als der Vincenthütte ist es gemeinschaftlich, dass zur Zeit des Minimums der Luftdruck überhaupt sich nur sehr wenig ändert. Die kleinen Unregelmässigkeiten zwischen 5 und 10 Uhr Nachmittags sind so gering, dass sie wohl zufälligen Ursachen zugeschrieben werden können.

In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen von Bravais und Martins auf dem Grossen Plateau des Mont-Blanc zusammengestellt. Die Dunstspannung, welche ich zu berechnen versuchte, um den Druck der trocknen Luft zu erhalten, liess sich wegen häufiger Unterbrechungen nur genähert ausfüllen; jedenfalls genügen aber die Resultate, um den Typus zu zeigen. Da die Veränderungen der Dunstspannung überdies an sich sehr gering sind, so war um so weniger zu befürchten, durch die Einschaltungen merkliche Abweichungen zu erhalten.

1) Auch die Beobachtungen der übrigen Tage zeigen dieses Maximum, wenn auch etwas kleiner.

2) Die Vincenthütte scheint dies nicht zu ergeben; der eigenthümliche absteigende Luftstrom in den ersten Nachtstunden dürfte vielleicht von wesentlichem Einfluss darauf sein.

Gang des Luftdruckes auf dem grossen Plateau des Mont-Blanc. 3930 M. 12100 P. F.

Die Angaben des Barometers M.M. sind auf 0 reducirt; zu jeder der folgenden Zahlen sind 470 zu addiren, um den absoluten Luftdruck zu erhalten.

1844.	Stand des Barometers.						Annähernde Bestimmung des	
	28. Aug.	29. Aug.	30. Aug.	31. Aug.	1. Sept.	Mittel.	Dunstdruckes.	Druckes der trocknen Luft.
Mn.	—	5,54	4,37	5,25	9,22	6,09	1,0	5,09
12ʰ a. m.	—	5,18	(3,99)	5,40	(9,19)	5,94	1,1	4,84
4	—	5,12	3,61	5,50	9,14	5,84	1,3	4,53
6	—	4,84	3,69	5,84	8,88	5,81	1,5	4,31
8	—	4,84	3,88	6,50	9,00	6,06	1,8	4,21
10	—	4,83	4,64	6,95	9,03	6,36	2,3	4,06
Mg.	5,88	—	4,57	7,72	8,63	6,70	2,8	3,90
2ʰ p. m.	5,84	—	4,59	8,01	—	6,14	2,6	3,54
4	5,70	—	4,80	8,26	—	6,25	1,5	4,75
6	5,83	—	5,12	8,54	—	6,49	0,5	5,99
8	5,83	—	5,07	9,04	—	6,64	0,7	5,94
10	5,74	4,57	5,47	9,20	—	6,24	0,8	5,44

Die hier besprochenen Veränderungen des Barometers beziehen sich auf die unmittelbar beobachteten Druckhöhen, also auf die Summe des Druckes der trockenen Luft und des in ihr enthaltenen Wasserdampfes. Für das Grosse Plateau ist bereits der Druck der trockenen Luft annähernd bestimmt worden; für die Vincenthütte sind die Veränderungen der Elasticität in Cap. X. speciell angeführt. Um den Einfluss zu beurtheilen, den in der täglichen Periode zunächst des Sommers und des Herbstes der Dampfgehalt der Atmosphäre ausübt, ist nur in kurzem folgendes zu erwähnen. An den tieferen Punkten, wenn sie sich nicht in der unmittelbaren Nähe grosser Wasseroberflächen befinden, wächst die Elasticität des Dampfes bis gegen 10 Uhr Morgens; nun beginnt aber die Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes die hier gebildeten Dampfmassen rascher nach den oberen Regionen zu führen, als die Verdunstung sie zu ersetzen vermag. Es tritt demnach in den folgenden Stunden eine Verminderung ein, und erst gegen Abend ein zweites Maximum. An hohen Orten, an jenen also, welche eben die an der Oberfläche gebildeten Dampfmassen zugeführt erhalten, steigt die Elasticität ziemlich gleichmässig mit dem

Wachsen der Temperatur, und das Maximum tritt etwas nach der Zeit der grössten Wärme ein.

Der Unterschied im Drucke der trockenen Luft wird aber dadurch nicht geringer, da auch an den tieferen Orten wegen der ungleich grösseren Wärme die absolute Grösse des Dampfdruckes zur Zeit des Tagesminimums noch weit die Spannkraft der Dämpfe an den höheren Orten übertrifft. An den letzteren kann es allerdings geschehen, dass die Curve des Druckes der trockenen Luft jetzt die Erhebung am Tage verliert, oder wenigstens, dass die Grösse derselben bedeutend vermindert wird. Aber gerade die Ursachen, welche den Unterschied zwischen den Veränderungen des Luftdruckes an den tieferen Punkten und in höheren Regionen der Atmosphäre bedingen, werden dadurch noch deutlicher hervortreten.

Auf den Gang der täglichen Veränderungen hat also die Reduction des Barometerstandes auf den Druck der trocknen Luft vorzugsweise nur den Einfluss, die Amplitüde etwas geringer zu machen; der Typus der Veränderungen bleibt im allgemeinen derselbe.

Analog den Veränderungen, welche die tägliche Periode in verschiedenen Höhen erfährt, gestaltet sich auch die jährliche. Es sei mir erlaubt, aus meiner früheren Arbeit über diesen Gegenstand zu erwähnen, dass sich wenigstens für den Druck der trockenen Luft an den tieferen Stationen ein entschiedenes Abnehmen der Barometerhöhe von den kälteren zu den wärmeren Monaten zeigt, was an den höheren Stationen nicht, oder nur in viel geringerem Grade einzutreten scheint.

Das Minimum des Sommers ist dabei dem Minimum zur Zeit der grössten Tageswärme analog; wie dieses in hohen und der freieren Atmosphäre möglichst entsprechenden Orten verschwindet oder selbst zu einem Maximum wird, so scheinen auch die Veränderungen in der jährlichen Curve gleichartigen Ursachen zuzuschreiben zu sein.

Atmosphärische Wellen.

Quetelet hat neuerdings die Veränderung des atmosphärischen Druckes in Beziehung auf einige sehr interessante Erscheinungen untersucht, die sich in horizontaler Richtung zeigen, auf welche aber zugleich das Vorhandensein ausgedehnter Gebirgsmassen einen entschiedenen Einfluss ausübt.

Ein sehr niedriger Barometerstand zeigt sich gewöhnlich nicht an einer einzigen Localität, sondern gleichzeitig auf einer Reihe von Punkten, die auf der Oberfläche der Erde eine mehr oder weniger ausgedehnte Linie bilden. Der Zwischenraum zwischen zwei solchen Linien, die eine Reihe barometrischer Minima verbinden, kann, analog den gewöhnlichen Bezeichnungen, atmosphärische Welle genannt werden. Die Grösse dieser atmosphärischen Wellen, die mittlere Schnelligkeit ihres Fortschreitens,

die Richtung ihrer Bewegung, die Orte wo sie entstehen und wo sie verschwinden, der Einfluss, den Gebirge und örtliche Verhältnisse anderer Art auf dieselben haben u. s. w., wurde von QUETELET sorgfältig untersucht und in folgende Resultate zusammengefasst:

Die Atmosphäre ist gewöhnlich von mehreren Systemen von Wellen durchzogen. Diese Welllensysteme bedingen durch die Verschiedenartigkeit ihrer gegenseitigen Einwirkung für jeden Punkt der Erde einen eigenthümlichen Zustand des Luftdruckes. Unter den mannigfaltigen Bewegungen einzelner Wellensysteme lässt sich zugleich ein vorzugsweise dominirendes System von Wellen erkennen, welches für dasselbe Clima ziemlich constant zu bleiben scheint.

Die atmosphärischen Wellen pflanzen sich sowohl in Europa als in Asien von Norden nach Süden fort; die Schnelligkeit ist jedoch nicht überall dieselbe; sie bewegen sich im asiatischen Systeme rascher als in Central-Europa, in Russland und in den Gebirgen des Ural.

Die Fortpflanzung scheint an der Oberfläche der Meere weniger Hindernissen zu begegnen als im Innern der Continente; im allgemeinen vermindern die Hervorragungen der Erde sowohl die Schnelligkeit, als auch zugleich ihre Intensität. Die Schnelligkeit des Fortschreitens beträgt in der Nähe des Urals oft weniger als 9 Kilometer in der Stunde, während die mittlere Schnelligkeit zu 24 bis 44 Kilometer in der Stunde angenommen werden kann.

Die Richtung der Winde übt auf die Richtung dieser barometrischen Wellen keinen merklichen Einfluss aus. Diese wichtige Erscheinung scheint der Hypothese günstig, dass die Luftströmung in den unteren und den oberen Regionen der Atmosphäre sich theilweise compensiren. Uebrigens wird gewiss auch der Umstand von Einfluss sein, dass die Luft durch seitlichen Druck condensirt werden kann, ohne dass seitlich gleichzeitig ein merkbarer Zufluss von Luft erfolgt, oder was dasselbe ist, ohne dass fühlbare Winde dadurch hervorgerufen werden. Im Gegentheile, die herrschenden Winde können sehr gut fortbestehen, während gleichzeitig die Luftmassen, die sich fortbewegen, ihre Dichtigkeit merklich verändern.

Man kann wohl als ganz analogen Fall auch das oben erwähnte Fortbestehen der täglichen periodischen Veränderungen des Luftdruckes bei Winden nennen.

Ueber die 10jährigen Beobachtungen am St. Bernhard.

Die Monatsmittel des Luftdruckes für die Alpenstationen sind bereits früher (Unters. u. s. w. 1851. 391) enthalten. Ich füge hier als Ergänzung dieser Tabellen die neuen Berechnungen der 10jährigen Beobachtungen an dem St. Bernhard bei, an denen sich zugleich die täglichen Veränderungen in den einzelnen Monaten übersehen lassen. Am Fusse der Tabelle S. 396, 397 ist zur Vergleichung das Monatsmittel für Genf beigefügt.

Diese Zahlen wurden aus den 10jährigen Beobachtungen um 0, 3, 6, 9, 18, 21^h von PLANTAMOUR berechnet. Die Abweichungen von den direct beobachteten Grössen sind ungemein gering; die grösste Abweichung ist 0,04 M.M.; im Mittel beträgt die Abweichung 1 bis 2 Hundertel eines Millimeters[1].

Folgendes sind die Gleichungen, welche die stündlichen Veränderungen des Luftdruckes in den verschiedenen Monaten darstellen.

Januar	$b = \overset{MM}{559{,}48} + \overset{MM}{0{,}09} \sin(\mu + 35{,}^\circ 5) + \overset{MM}{0{,}21} \sin(2\mu + 169^\circ{,}5)$
Februar	$b = 559{,}92 + 0{,}14 \sin(\mu + 335{,}2) + 0{,}19 \sin(2\mu + 154{,}8)$
März	$b = 560{,}65 + 0{,}22 \sin(\mu + 344{,}0) + 0{,}23 \sin(2\mu + 151{,}2)$
April	$b = 560{,}33 + 0{,}24 \sin(\mu + 352{,}8) + 0{,}20 \sin(2\mu + 152{,}8)$
Mai	$b = 564{,}02 + 0{,}29 \sin(\mu + 355{,}1) + 0{,}19 \sin(2\mu + 143{,}4)$
Juni	$b = 567{,}00 + 0{,}22 \sin(\mu + 350{,}5) + 0{,}17 \sin(2\mu + 137{,}4)$
Juli	$b = 568{,}29 + 0{,}28 \sin(\mu + 353{,}5) + 0{,}16 \sin(2\mu + 142{,}5)$
August	$b = 568{,}07 + 0{,}25 \sin(\mu + 359{,}1) + 0{,}18 \sin(2\mu + 149{,}4)$
September	$b = 566{,}85 + 0{,}17 \sin(\mu + 6{,}2) + 0{,}20 \sin(2\mu + 154{,}7)$
October	$b = 563{,}58 + 0{,}25 \sin(\mu + 357{,}7) + 0{,}23 \sin(2\mu + 160{,}0)$
November	$b = 562{,}66 + 0{,}11 \sin(\mu + 23{,}6) + 0{,}22 \sin(2\mu + 169{,}7)$
December	$b = 562{,}50 + 0{,}07 \sin(\mu + 0{,}0) + 0{,}19 \sin(2\mu + 172{,}3)$
Jahr	$b = 563{,}64 + 0{,}19 \sin(\mu + 356{,}1) + 0.20 \sin(2\mu + 155{,}8)$

1) Die Abweichungen der berechneten Stundenmittel der Temperatur für die einzelnen Monate, von den direct beobachteten Grössen sind weit bedeutender. Sie betragen im Maximum nahe 0,30°. Im Verhältnisse zur mittleren Veränderung scheint jedoch der Barometerstand durch eine 10jährige Beobachtungsreihe nur nahe ebenso genau als die Temperatur bestimmt zu werden. Der Unterschied der wärmsten und kältesten Stunde im Jahresmittel ist für den St. Bernhard 4,67° C., eine Abweichung von 0,3° C. ist 64 Tausendtel dieser Grösse. Der Unterschied des mittleren Maximums und Minimums des Barometerstandes ist 0,68 MM, eine Abweihung der berechneten Werthe von 0,04 MM ist 59 Tausendtel dieser Grösse.

Jährliche Veränderung des Barometer

Stunde.	Januar. MM	Februar. MM	März. MM	April. MM	Mai. MM	Juni. MM	Juli. MM	August. MM	Sept. MM
0^h	559,56	559,94	560,70	560,39	564,11	567,08	568,36	568,15	566,95
1	559,48	559,88	560,64	560,35	564,09	567,06	568,35	568,13	566,89
2	559,40	559,83	560,59	560,32	564,07	567,03	568,34	568,10	566,83
3	559,35	559,80	560,56	560,30	564,05	567,00	568,33	568,09	566,80
4	559,36	559,82	560,57	560,33	564,07	567,00	568,35	568,10	566,80
5	559,42	559,88	560,64	560,39	564,12	567,03	568,40	568,15	566,85
6	559,51	559,97	560,75	560,48	564,19	567,10	568,46	568,22	566,92
7	559,60	560,08	560,87	560,58	564,28	567,18	568,54	568,31	567,02
8	559,68	560,17	560,98	560,66	564,36	567,25	568,61	568,37	567,09
9	559,70	560,22	561,05	560,70	564,40	567,30	568,64	568,40	567,13
10	559,57	560,22	561,04	560,67	564,38	567,30	568,62	568,37	567,11
11	559,59	560,17	560,96	560,59	564,30	567,25	568,54	568,29	567,03
12	559,46	560,06	560,82	560,45	564,16	567,15	568,42	568,16	566,91
13	559,36	559,93	560,65	560,29	563,99	567,02	568,27	568,01	566,77
14	559,22	559,80	560,48	560,13	563,82	566,87	568,12	567,86	566,63
15	559,19	559,70	560,33	560,01	563,68	566,75	567,98	567,74	566,53
16	559,19	559,65	560,27	559,94	563,59	566,67	567,90	567,67	566,49
17	559,26	559,66	560,27	559,94	563,57	566,64	567,88	567,67	566,52
18	559,37	559,71	560,33	560,00	563,61	566,67	567,92	567,72	566,60
19	559,49	559,79	560,44	560,10	563,71	566,75	567,90	567,82	566,71
20	559,61	559,88	560,56	560,21	563,83	566,85	568,10	567,93	566,82
21	559,68	559,95	560,65	560,31	563,95	566,95	568,20	568,03	566,92
22	559,69	559,99	560,72	560,38	564,04	567,03	568,29	568,11	566,98
23	559,65	559,98	560,73	560,40	564,10	567,07	568,34	568,15	566,98
Mittel für St. Bernhard.	559,48	599,92	560,65	560,33	564,02	567,00	568,29	568,06	566,84
Mittel für Genf.	726,68	726,03	726,10	723,52	725,18	726,72	727,59	727,45	727,08

standes am St. Bernhard. 2473 M. 7613 P. F.

October. MM	November. MM	December. MM	Winter. MM	Frühling. MM	Sommer. MM	Herbst. MM	Jahr. MM	Stunde.
563,65	562,71	562,53	560,70	561,75	567,87	564,44	563,70	Mg.
563,59	562,63	562,45	560,62	561,71	567,86	564,37	563,65	1^h p. m.
563,54	562,58	562,39	560,57	561,67	567,83	564,31	563,61	2
563,53	562,55	562,36	560,54	561,65	567,82	564,28	563,58	3
563,56	562,56	562,39	560,56	561,67	567,83	564,29	563,60	4
563,64	562,63	562,45	560,62	561,73	567,87	564,35	563,66	5
563,75	562,72	562,54	560,70	561,82	567,94	564,45	563,74	6
563,86	562,82	562,64	560,81	561,92	568,02	564,56	563,84	7
563,95	562,90	562,71	560,89	562,01	568,08	564,64	563,92	8
563,98	562,92	562,73	560,92	562,06	568,12	564,67	563,96	9
563,92	562,88	562,71	560,89	562,04	568,10	564,64	563,94	10
563,83	562,77	562,63	560,82	561,96	568,03	564,55	563,86	11
563,67	562,66	562,52	560,71	561,82	567,91	564,41	563,73	Mn.
563,48	562,54	562,41	560,58	561,66	567,77	564,25	563,58	1^h a. m.
563,31	562,40	562,32	560,48	561,49	567,62	564,11	563,44	2
563,19	562,34	562,27	560,41	561,36	567,50	564,01	563,33	3
563,14	562,34	562,27	560,40	561,28	567,42	563,98	563,28	4
563,16	562,40	562,32	560,44	561,27	567,40	564,02	563,30	5
563,26	562,52	562,41	560,52	561,33	567,45	564,11	563,37	6
563,38	562,65	562,51	560,62	561,43	567,53	563,23	563,47	7
563,51	562,76	562,59	560,71	561,54	567,64	564,35	563,58	8
563,62	562,84	562,64	560,77	561,65	567,74	564,45	563,67	9
563,68	562,86	562,64	560,79	561,73	567,82	564,50	563,72	10
563,68	562,84	562,50	560,76	561,76	567,87	564,49	563,73	11
563,58	562,66	562,50	560,66	561,68	567,79	564,35	563,64	Mittel für St. Bernhard.
725,47	726,82	728,38	727,06	724,95	727,26	726,44	726,43	Mittel für Genf.

In Beziehung auf die Epochen der Extreme dürfte noch folgendes zu erwähnen sein. Während in Genf die Epochen des zweiten Minimums und des zweiten Maximums im Laufe des Jahres die geringsten Veränderungen zeigen, ändern sich am St. Bernhard das erste Minimum und das erste Maximum am wenigsten. An der letzteren Station ist das Maximum des Abends das höchste, und das Minimum des Morgens das niedrigste; in Genf hingegen ist das Maximum des Morgens das grössere Maximum, und das Minimum des Abends das kleinere Minimum.

Die Periode des abnehmenden Druckes zwischen dem Maximum des Morgens und dem Minimum des Abends ist am St. Bernhard weit grösser, als jene Periode, die von dem Maximum des Abends und dem Minimum des Morgens begrenzt ist, besonders im Frühling und im Sommer. In Genf findet das Entgegengesetzte statt. Am St. Bernhard ebenso wie in Genf fällt das Barometer rascher als es steigt; die Dauer der zwei Perioden des Abnehmens ist zusammen um 56 Minuten kürzer als die der zwei Perioden des Zunehmens. Im Sommer beträgt sogar der Unterschied 2 Stunden 10 Minuten, im Winter nur 16 Minuten.

Der Unterschied zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel für den Druck der trockenen Luft beträgt

in Mailand . . . . . . 9,15 MM.
in Gratz . . . . 12,04 „
in München (Bogenhausen) 6,39 „

Diese Unterschiede scheinen daher weit mehr von der jährlichen Vertheilung der atmosphärischen Feuchtigkeit und von unregelmässigen, kaum näher zu bestimmenden Einflüssen der Bodengestaltung abzuhängen, also davon, ob die Alpenkette im allgemeinen südlich oder nördlich vom Beobachtungspunkte liegt.

Auch Genf zeigt, wie die meisten Stationen in den Ebenen und in mittleren Höhen[1] zwei Maxima, die mit den Temperaturextremen zusammenfallen und zwei Minima, eins im Frühlinge und eins im Herbste.

An den hohen Orten darf wohl überall nur ein Maximum, im Juli, und ein Minimum im Januar erwartet werden.

Das Maximum im Sommer ist für die niedrigen Orte nur von der Gegenwart des Wasserdampfes bedingt. Wenn auch in der Tagesperiode die Verdunstung nicht rasch genug folgen kann, um die Depression des Barometers des Nachmittags zu ergänzen, geschieht dies doch während des länger anhaltenden Verdunstens, wenn man grössere Perioden zusammenfasst. Der Druck der trockenen Luft hingegen zeigt dieses Maximum im Sommer für tiefe Orte nicht.

Das Maximum im Sommer an hohen Orten ist, wie ich früher zu zeigen versuchte, von der Gegenwart des Wasserdampfes nicht allein bedingt: es würde auch für den Druck der trockenen Luft eintreten. Diese Erscheinung hat wie die Erhö-

---

1) Vergl. auch Dove Pogg. Annalen Bd. 17.

hung des Druckes in den Mittagsstunden der täglichen Periode ebenfalls ihren wesentlichen Grund darin, dass jetzt, durch den aufsteigenden Luftstrom gehoben, über einer bestimmten Stelle Luftmassen ruhen, die früher unterhalb derselben sich befanden, während jedoch gleichzeitig an der oberen Grenze der Atmosphäre ein Abfliessen der Luftmassen statt findet, welches hinreicht den Gesammtdruck der trockenen Luft, also jenen an der Oberfläche der Erde, in den Sommermonaten zu einem Minimum zu machen.

Das Maximum für die Ebenen in den Wintermonaten hängt mit den allgemeinen Temperaturverhältnissen zusammen, da jetzt durch die Kälte, welche die ganze Luftsäule durchdringt, die Höhe derselben bedeutend verkürzt würde, wenn nicht die dadurch entstehende Verkürzung durch Zuströmen von Luft in den oberen Regionen ergänzt würde. In der Tagesperiode kann zur Zeit des Temperaturminimums die kalte Luft an der Oberfläche der Erde nicht nur südlich, sondern auch westlich und östlich ausweichen; in der Jahresperiode ist dieses vorzugsweise nur nach Süden möglich, da nach Osten und Westen die Temperaturunterschiede im allgemeinen sich weit weniger ändern; findet auch ein ähnliches Ausweichen theilweise statt, so wird es jedenfalls, wie die Barometerstände zeigen, durch das allgemeine Zuströmen von Luft nach den kalten Regionen bei weitem übertroffen.

Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen.

Ist die Höhendistanz zwischen zwei Beobachtungsstationen mit hinlänglicher Genauigkeit durch wiederholte barometrische oder trigonometrische Bestimmungen bekannt, so lassen sich barometrische Beobachtungen, die sich über einen grossen Theil der Tagesperiode ausdehnen, benützen, um die stündliche Veränderung der berechneten Höhen und aus diesen die mittlere Wärme der freien Luftsäule zwischen den beiden Beobachtungsstationen zu bestimmen.

Die Gleichung für die Berechnung barometrischer Höhenbestimmungen ist bekanntlich von der Form

$$z = a\,(1 + cT)\log\frac{B}{b} + \cdots$$

wobei a und c Constanten, B und b die Barometerstände an der unteren und an der oberen Station sind, T das arithmetische Mittel der Temperaturen an beiden Stationen ist u. s. w.

Die Abnahme der Schwere mit der absoluten Höhe und mit der Annäherung gegen den Aequator, und der Feuchtigkeitsgrad der Luft haben einen verhältnissmässig geringen Einfluss; wir wollen daher der Uebersichtlichkeit wegen, z nur von T, B und b abhängig machen, also

$$z = f\,(T,\ B,\ b \cdots) \text{ setzen.}$$

Dann ist

$$\triangle z = \frac{df}{dT} \cdot \triangle T + \frac{df}{dB} \cdot \triangle B + \frac{df}{db} \triangle b + \cdot \cdot$$

Bildet man die partiellen Differentialquotienten, so erhält man

$$\frac{dz}{dT} \cdot \triangle T = \quad ac \log \frac{B}{b} \triangle T \qquad (1)$$

$$\frac{dz}{dB} \cdot \triangle B = \quad a(1 + cT) \frac{m}{B} \cdot \triangle B \qquad (2)$$

$$\frac{dz}{db} \cdot \triangle b = -a(1 + cT) \frac{m}{b} \cdot \triangle b \qquad (3)$$

also

$$\triangle z = ac \log \frac{B}{b} + ma(1 + cT) \left(\frac{\triangle B}{B} - \frac{\triangle b}{B} \right)$$

Nehmen wir den Barometerstand an dem Orte, dessen Höhe zu berechnen ist, als richtig an (abgesehen von den unvermeidlichen kleinen Ablesungsfehlern), so sieht man aus den Gleichungen 2 und 3, dass für $\triangle B = \triangle b$

$$\frac{dz}{dB} \cdot \triangle B : \frac{dz}{db} \triangle b = b : B.$$

Es ist also ein gleich grosser Fehler in der regelmässigen Vertheilung des Luftdruckes von grösserem Einflusse, wenn wir die Höhe nach einer höher liegenden, als wenn wir sie nach einer tiefer liegenden correspondirenden Station berechnen.

Dagegen sind an den tieferen Stationen sowohl die periodischen als die nicht periodischen Veränderungen des Luftdruckes grösser, als an hoch gelegenen, es ist also auch zu erwarten, dass die Abweichung des Luftdruckes von den normalen Verhältnissen (in Beziehung auf die zu berechnende Höhe), gewöhnlich für solche correspondirende Stationen, welche tiefer liegen, grösser ist als für solche, welche sich oberhalb des zu berechnenden Punktes befinden. — Der absolute Fehler der resultirenden Höhe ist dem Fehler an dem Barometerstande der correspondirenden Station proportional.

Aus der Gleichung 1 lässt sich der Einfluss beurtheilen, welchen ein Fehler in der Temperatur T hervorbringt. Setzt man, der besseren Uebersicht wegen, $a \log \frac{B}{b} = z'$ = der genäherten Höhe, so erhält man $\triangle z = cz' \triangle T$.

Der absolute Fehler ist also erstens dem Temperaturfehler direct proportional, und er wird, zweitens, um so grösser, je bedeutender die relative Höhe zwischen den beiden Stationen ist.

Der Temperaturfehler ändert sich zugleich im Laufe der Tagesperiode. Das Mittel aus den beiden, oben und unten, direct beobachteten Temperaturen wird gegen Mittag zu warm werden durch Insolation, des Nachts zu kalt durch Strahlung. Die berechneten Höhen werden daher Mittags zu gross, Abends zu klein.

Während der Beobachtungen auf der Vincenthütte, 3. bis 16. September, war

der periodische Temperaturfehler im allgemeinen während der Tagesperiode fast um die Hälfte grösser, als die Unterschiede zwischen den mittleren Resultaten der Berechnungen nach den verschiedenen correspondirenden Stationen.

An hohen Orten scheint demnach der Fehler, welcher von der Temperatur, mittelbar also von der Beobachtungsstunde abhängt, an schönen Tagen grösser zu sein als die Unterschiede, welche die mittleren Resultate nach verschiedenen Stationen berechnet zeigen.

Der Unterschied der Höhenresultate für verschiedene Tage kann jedoch selbst an sehr hohen Orten bei ungünstigen Witterungsverhältnissen grösser werden als der Unterschied zwischen einzelnen Stunden des Tages unter den gewöhnlichen Umständen. Ausser den Unregelmässigkeiten in der Wärmevertheilung können die Höhenresultate besonders durch verschieden gerichtete Luftströme, oder auch unregelmässige Vertheilung der Feuchtigkeit und der damit zusammenhängenden Wolkenbildung u. s. w. sehr wesentlich verändert werden. Die Beobachtungen am Theodulpasse S. 42 bieten ein Beispiel für ähnliche Störungen.

Hier dürfte noch folgendes auffallende Verhältniss zu erwähnen sein. Berechnet man die relative Höhe eines Punktes, der nur wenig hoch ist, und zugleich in einer Thalsohle liegt, so zeigt sich gewöhnlich der periodische Temperaturfehler kleiner als für einen sehr hohen Punkt, obwohl in dem ersteren Falle die beobachteten Lufttemperaturen von der Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe mehr abweichen müssen als im zweiten. Dass dessenungeachtet für niedrige Punkte der periodische Fehler geringer ausfällt, scheint von folgenden Bedingungen abzuhängen: 1) Es ist, wie aus der Untersuchung der Formel selbst hervorging, der Temperaturfehler proportional dem Höhenunterschiede. 2) In dem hier betrachteten Falle, in welchem nämlich beide Stationen wenig hoch sind, ist auch jener Umstand günstig, dass die Linie welche sie verbindet, nirgends sich sehr weit vom Boden entfernt, dass also in Folge davon das arithmetische Mittel der an beiden Stationen direct beobachteten Temperaturen weniger von dem Mittel der Luftschichten längs der Verbindungslinie abweicht, als dies der Fall ist, wenn der eine Punkt bereits sehr hoch ist; dann wird die verbindendende Linie fast ganz durch die freie Atmosphäre gehen, und nur an den beiden Endpunkten, aber hier nur auf eine verhältnissmässg kurze Strecke, dem Einflusse der sogenannten Bodenatmosphäre zugänglich sein.

Um den Einfluss der Tageszeit auf die resultirenden Höhen zu untersuchen und damit zugleich einige Betrachtungen über den Gang der Temperatur in der freien Atmosphäre zu verbinden, scheinen die Berechnungen der Höhe der Vincenthütte nach Mailand besonders geeignet. Ausser der bedeutenden relativen Höhe von mehr als 9000 Fuss, ist hier auch der Umstand günstig, dass die nach Mailand berechnete Höhe dem allgemeinen Mittel am besten entspricht. Man kann demnach erwarten, hier ziemlich regelmässige Verhältnisse zu finden.

Die Berechnungen der Höhe nach den Beobachtungen von 6 Uhr Morgens bis

9 Uhr Abends (vom 3. bis 16. Sept. 1851) sind Seite 46 mitgetheilt. In Mailand waren noch während dieser Periode regelmässige Beobachtungen in der Nähe von 12 Uhr Nachts angestellt; die Zeit war jedesmal genau angegeben, sie entfernte sich im Mittel um etwa $\frac{1}{2}$ Stunde von der wahren Mitternacht; die grössere Zahl war etwas früher, einige etwas später angestellt.

Ich reducirte die kleinen Unterschiede auf die volle Stunde (12^h) und berechnete zugleich durch Interpolation den Stand der Instrumente für 3^h a. m.

Es ergab sich

Mailand	Mittn.	3^h a. m.
Barometer red. auf 0	752,4 M.M.	752,2 M.M.
Temperatur der Luft	14,7° C.	13,9° C.

Aus den Tabellen für die Vincenthütte S. 280 und S. 385. ergiebt sich

Vincenthütte	Mittn.	3^h a. m.
Barometer red. auf 0	523,0 M.M.	522,8 MM.
Temperatur der Luft	−3,8° C.	−3,3° C.

Für die Berechnung der Höhen wurde die mittlere relative Feuchtigkeit der Luft = 82 angenommen, (wie sie sich für 9 Uhr Abends und 6 Uhr Morgens durch die Beobachtungen ergeben hatte).

Die absolute Höhe der Vincenthütte, nach Mailand berechnet, wird dann

für Mn. 9641 P. F.
„ 3^h a. m. 9622 „

Um die Annahmen des Luftdruckes und der Temperatur zu prüfen, welche für 3 Uhr Morgens gemacht wurden, kann man auch die resultirende Höhe aus den übrigen Stunden ableiten.

Bezeichnet man das Resultat für den Mittag mit h_0, jene für 3^h, 6^h . . . 22^h mit h_1, h_2 . . . . h_7, so ist die Höhe für 3 Uhr Morgens, h_5, durch folgende Formel gegeben

$$h_5 = \frac{1}{3}(h_6 - h_7 + h_0 + h_1 + h_2 - h_3 + h_4)$$
$$+ \frac{1}{3}\sqrt{2}\ (h_6 - h_0 - h_2 + h_4)$$

Man erhält daraus

$$h_5 = 9731.$$

Die Differenz zwischen den beiden Berechnungen beträgt also nur ein Tausendtel der relativen Höhe.

Die Veränderungen der berechneten Höhe für die einzelnen vollen Stunden, durch Interpolation gefunden, sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Veränderungen der Höhe der Vincenthütte, berechnet nach Mailand und Genf.

Pariser Fuss.

Morgens.			Abends.		
Stunde.	Nach Mailand.	Nach Genf.	Stunde.	Nach Mailand.	Nach Genf.
Mn.	9641	9627	Mg.	9806	9786
1^ha. m.	9624	9725	1^hp.m.	9808	9788
2	9619	9626	2	9808	9788
3	9620	9632	3	9807	9782
4	9625	9638	4	9793	9770
5	9642	9651	5	9760	9760
6	9657	9664	6	9716	9743
7	9694	9681	7	9694	9695
8	9711	9698	8	9680	9680
9	9739	9740	9	9670	9680
10	9780	9781	10	9660	9634
11	9800	9782	11	9650	9629

Mittel für die ganze Tagesperiode { Nach Mailand 9709 P. F.
Nach Genf 9702 „

Allgemeines Mittel nach Genf, St. Bernhard, Aosta, Turin und Mailand 9734.

Das Mittel für die ganze 24stündige Periode lässt sich auch aus den Seite 44 und 46 mitgetheilten Tagesbeobachtungen ableiten.

Für Mailand erhält man, indem wie früher die Beobachtungen von 6 Uhr Morgens bis 9 Uhr Abends zu Grunde gelegt, und die Beobachtungsstunden vom Mittag an mit 0,1 . . . 7 bezeichnet werden:

$$H = \frac{h_0 + h_1 + h_3 + h_4 + \frac{1}{2}\sqrt{2}(h_3 - h_2 - h_7 + h_0)}{4}$$

Dies giebt nach Einführung der Zahlenwerthe 9710,4 P. F., was also mit dem obigen Resultate als ganz gleich betrachtet werden kann.

Für die Berechnungen nach Genf erhält man nach diesem Verfahren 9694', für jene nach dem St. Bernhard 9673'.

Die Berechnungen nach Mailand und Genf stimmen zugleich nicht nur im Resultate, sondern auch im Gange der Veränderung sehr gut überein.

Die Berechnungen nach dem St. Bernhard zeigen während des Tages ebenfalls einen ähnlichen Gang; es ist jedoch hier der Unterschied der Höhe nicht gross genug, um zu bewirken, dass die Abweichung der Temperatur an den Beobachtungsstationen von dem Mittel der freien Luftsäule die kleinen periodischen Aenderungen

des Barometers in der 24stündigen Periode constant übertreffe. Daher geschieht es auch, dass das Minimum der berechneten Höhe nicht während der Nacht eintritt. Das Resultat der Berechnung der mittleren Höhe während der ganzen 24stündigen Periode, 9673', zeigt, dass die Höhen von 10 Uhr Abends gegen 6 Uhr Morgens abnehmen werden, ohne jedoch während dieser Zeit ein absolutes Minimum zu erreichen. Dasselbe ergiebt sich auch, wenn man versucht, für die fehlenden Nachtstunden nicht die Höhenresultate selbst, sondern die fehlenden Barometer- und Thermometerstände durch Interpolation zu bestimmen und aus diesen die Höhe zu berechnen. Dass hier die Veränderungen der Wärme einen geringeren, also die Veränderungen des Barometerstandes einen relativ grösseren Einfluss auf das Höhenresultat haben als bei dem Vorhandensein eines grösseren Höhenunterschiedes zwischen den beiden Beobachtungsstationen, stimmt auch mit dem Resultate überein, welches das Differentiiren der Barometerformel ergab; dabei zeigte sich nämlich, dass unter übrigens gleichen Umständen der Einfluss localer Temperaturen der relativen Höhe proportional ist.

Die obige Tabelle für Mailand und Genf lässt zugleich untersuchen, zu welchen Stunden die Beobachtungen der wahren Höhe am nächsten kommen. Man hatte bekanntlich aus Vergleichen von trigonometrisch bestimmten Höhenunterschieden mit den Resultaten barometrischer Messungen gefunden[1], dass Morgens die Stunde um 9 Uhr, Abends die Stunden von 5 bis 6 Uhr die grösste Uebereinstimmung mit der wahren Höhe zeigen. Auch die beiden nach Genf und Mailand berechneten Reihen scheinen dieses zu bestätigen, wenn wir das früher gefundene allgemeine Mittel von 9734' zu Grunde legen.

Bei der Vergleichung mit den 24stündigen Mitteln für jede einzelne Station zeigen die angegebenen Stunden ebenfalls sehr kleine Abweichungen. Diese Stunden sind demnach bei barometrischen Messungen als besonders günstig vorzugsweise zu berücksichtigen; die grössten Abweichungen, also die ungünstigsten Verhältnisse für barometrische Höhenbestimmung zeigen die Stunden in der Nähe des Temperaturminimums.

Die absolute Grösse der Abweichung zu den übrigen Stunden ist zugleich nicht allein von der Tageszeit und der relativen Höhe abhängig; auch die Veränderungen der Wärme in den verschiedenen Jahreszeiten und nach den örtlichen Verhältnissen hat darauf einen entschiedenen Einfluss. Besonders scheint der Umstand wichtig, dass sehr hohe Gipfel[2], also zugleich solche, welche gewöhnlich nur eine sehr geringe

1) Der Einfluss der Tageszeit auf das barometrische Höhenmessen wurde zuerst von de Luc beobachtet, und von Ramond, Horner, Berghaus, Delcros, Bravais u. A. specieller untersucht.

2) Beobachtungen auf sehr hohen Gipfeln, wie Mont-Blanc, Monte-Rosa etc. müssten die Höhe stets zu gross ergeben, da sie gewöhnlich Mittags und bei gutem Wetter angestellt werden. Allein die Resultate der einzelnen bis jetzt vorliegenden Beobachtungen sind keineswegs regelmässig zu gross, sondern zeigen sowohl positive als negative Differenzen, die von anderen Umständen als von der Tagesperiode abhängig scheinen.

Oberfläche der Insolation bieten, verhältnissmässig sehr wenig von der Temperatur der freien Atmosphäre abweichen. Auf solchen wird demnach die Correction des Mittags ungeachtet der grösseren relativen Höhe nur sehr gering.

Um den Fehler zu verbessern, welchen die Tageszeit hervorbringt, kann man Coëfficienten für die einzelnen Stunden berechnen.

BERGHAUS[1] hat eine solche Tabelle aus sehr zahlreichen Beobachtungen am Brocken und in Magdeburg abgeleitet.

Die Beobachtungen waren vom 27. Juli bis 7. Octbr. 1820 angestellt, und sind mit dem trigonometrisch bestimmten Höhenunterschiede verglichen. Die Beobachtungsstunden waren 7^h a. m., 9, 11, 1^h p m., 3, 5, 7, 9; die zwischen liegenden geraden Stunden sind interpolirt.

Aus der folgenden Tabelle wird die Grösse der anzubringenden Correction erhalten, indem man die relative Höhe der betreffenden Stunde mit dem dazu gehörigen Factor (Corr.) multiplicirt; die vorgesetzten Zeichen geben zugleich an, ob diese Grösse zu der berechneten Höhe addirt oder von derselben subtrahirt werden muss[2].

Stundencorrection für barometrische Höhenbestimmungen nach Beobachtungen am Brocken und in Magdeburg.

Morgens.	Corr.	Morgens.	Corr.
6^h a. m.	+0,00748	1^h p. m.	−0,00570
7	+0,00500	2	−0,00593
8	+0,00253	3	−0,00450
9	−0,00048	4	−0,00307
10	−0,00347	5	−0,00107
11	−0,00447	6	+0,00129
Mg.	−0,00547	7	+0,00224
		8	+0,00319
		9	+0,00429
		10	+0,00539

Auch in jenen Fällen wird die Correction sehr gering (wie oben S. 401 gezeigt), bei welchen die Linie, welche beide Beobachtungsstationen verbindet, dem Boden stets sehr nahe bleibt; weil dann das arithmetische Mittel der Lufttemperaturen an den Beobachtungsstationen der mittleren Wärme der Luft zwischen den beiden Orten nahe gleich sein wird.

Nebelmassen, wenn sie sehr ausgedehnt sind, und beide Beobachtungspunkte umschliessen, scheinen ebenfalls zu bewirken, dass dieser Fehler der Tagesperiode sehr klein wird, da auch in diesem Falle die oben und unten beobachtete Wärme verhältnissmässig weniger differirt und dem Mittel der ganzen Nebelmasse ziemlich gut entspricht.

1) Vergl. auch die ähnlichen Tabellen von HORNER und von BRAVAIS. Comptes rendus 1850. XXXI. S. 175.

2) Diese Tabelle ist auch in BERGHAUS Grundriss der Geographie in 5 Büchern, Breslau 1843, enthalten; die folgende über den Einfluss der verschiedenen Winde erhielt ich durch eine persönliche Mittheilung des genannten Herren, wofür ich hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

Auch die Windesrichtung scheint auf die Temperatur an den Beobachtungsstationen einen grösseren Einfluss zu haben, als auf die Wärme der freien Atmosphäre, doch ordnen sich dabei, wie zu erwarten, die Höhen nicht genau nach den thermischen Verhältnissen der Winde, da auch der Umstand von Einfluss ist, dass der Unterschied des Luftdruckes, der verschiedenen Winden entspricht, für die untere Station etwas grösser ist als für die obere. Dadurch geschicht es, dass die Extreme der Höhenresultate auf solche Winde fallen, bei welchen für sich allein weder die Wirkung auf das Thermometer noch jene auf dasBarometer die grösste ist.

Correction für barometrischen Höhenbestimmungen bei verschiedenen Winden.

Windesrichtung.	Correction.	Windesrichtung.	Correction.
Nord	+0,0046	Süd	−0,0049
Nord-Ost	+0,0044	Süd-West	−0,0036
Ost	+0,0014	West	+0,0006
Süd-Ost	−0,0012	Nord-West	−0,0012

Berechnet man die Stundencorrectionen für die Höhenbestimmung der Vincenthütte nach Mailand und Genf, so erhält man folgende Werthe:

Stundencorrectionen für die Vincenthütte nach Mailand und Genf.

Stunde.	Correction berechnet nach: Mailand.	Genf.	Mittel.	Stunde.
Mg.	−0,0077	−0,0061	−0,0069	Mg.
1h p. m.	−0,0079	−0,0063	−0,0071	1h p. m.
2	−0,0079	−0,0063	−0,0071	2
3	−0,0078	−0,0056	−0,0067	3
4	−0,0063	−0,0044	−0,0054	4
5	−0,0029	−0,0033	−0,0031	5
6	+0,0019	−0,0006	+0,0007	6
7	+0,0043	+0,0055	+0,0049	7
8	+0,0058	+0,0077	+0,0068	8
9	+0,0070	+0,0098	+0,0084	9
10	+0,0080	+0,0116	+0,0098	10
11	+0,0090	+0,0122	+0,0106	11

Stunde.	Correction berechnet nach: Mailand.	Genf.	Mittel.	Stunde.
12^h p. m.	+0,0099	+0,0125	+0,0112	Mn.
13	+0,0117	+0,0127	+0,0122	1^h p. m.
14	+0,0123	+0,0126	+0,0124	2
15	+0,0122	+0,0119	+0,0121	3
16	+0,0116	+0,0112	+0,0114	4
17	+0,0098	+0,0097	+0,0098	5
18	+0,0082	+0,0082	+0,0082	6
19	+0,0043	+0,0062	+0,0052	7
20	+0,0025	+0,0044	+0,0035	8
21	−0,0005	−0,0007	+0,0006	9
22	−0,0050	−0,0055	−0,0053	10
23	−0,0070	−0,0055	−0,0063	11

Die Resultate beider Tabellen stimmen ungemein gut überein; die wirkliche Anwendbarkeit der Correction in speciellen Fällen dürfte aber durch folgende Umstände beschränkt werden.

1) Wie bereits oben erwähnt, ist nicht nur die absolute Höhe, sondern auch die Bodengestaltung in der Nähe der Beobachtungspunkte von Einfluss auf die Grösse der periodischen Abweichungen während des Tages.

2) Die abgeleiteten Correctionen beruhen auf Beobachtungen im Sommer, besonders im Herbste. Der Herbst entspricht zugleich dem Jahresmittel unter den verschiedenen Jahreszeiten am besten. Im Frühling und noch mehr im Winter wurden die Correctionen der einzelnen Stunden andere. Auch das Mittel aus den 24 Stunden zeigt Abweichungen von der wahren Höhe, die mit den Jahreszeiten sich ändern; im Sommer ist es grösser, im Winter kleiner als die wahre Höhe.

3) In nicht geringerem Maasse als die Jahreszeiten wirken entschieden auch die unregelmässigen Witterungsverhältnisse einzelner Tage ein. Wenn sich auch dabei annähernd aus den unmittelbaren Thermometer- und Witterungsbeobachtungen übersehen lässt, ob die anzubringende Correction sehr gross, oder sehr klein sein wird, so lässt sich doch die bestimmte Grösse derselben sehr schwer beurtheilen.

Die eben gefundenen (oder andere auf ähnliche Weise bestimmte) Correctionen dürften zunächst dann mit Vortheil anzuwenden sein, wenn die Beobachtungen im Herbste und bei schönem Wetter gemacht sind.

Zugleich lassen sich aber die obigen Tabellen dazu benützen, Stunden aufzufinden, deren Correctionen sich nahe zu aufheben. Durch die Combination solcher Stunden wird man auch an solchen Tagen dem wahren Mittel sehr nahe kommen,

an welchen die Grösse der Abweichungen nicht die normale ist. Dies Verfahren scheinen auch die Beobachtungen auf der Vincenthütte an einzelnen Tagen zu bestätigen.

Es ist kaum nöthig zu erwähnen, dass an trüben Tagen, besonders bei Eintritt von schlechtem Wetter, eine ähnliche Correction überhaupt nicht anzuwenden ist, weil dann auch die Veränderung der berechneten Höhe während der Tagesperiode eine ganz andere wird. Gewöhnlich treten dann auch noch Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des Luftdruckes (wegen der horizontalen Entfernung der beiden Beobachtungspunkte) hinzu, welche unter solchen Umständen die Benützung des Barometers zu Höhenbestimmungen entschieden ausschliessen sollten.

Als Beispiel für den Einfluss der Jahreszeit auf die berechnete Höhe führe ich hier noch die Resultate an, welche die Beobachtungen zu Genf und am St. Bernhard ergeben[1]. Die Differenzen der ersten Spalte beziehen sich auf die aus dem Jahresmittel abgeleitete Höhe, jene der zweiten Spalte auf das Mittel aus den betreffenden Monaten.

Veränderungen der Höhe des St. Bernhard, berechnet nach Genf. (Meter.)

Stunde.	Juni			December.		
	Absol. Höhe.	Correction nach Jahresmittel.	Correction nach Monatsm.	Absol. Höhe.	Correction nach Jahresmittel.	Correction nach Monatsm.
	m	m	m	m	m	m
0	2098,7	−32,7	−23,4	2060,9	+5,1	−10,7
2ʰ p. m.	2097,6	−31,6	−22,3	2060,7	+5,3	−10,5
4	2091,5	−25,5	−16,2	2055,9	+10,1	−5,7
6	2081,1	−15,1	−5,8	2050,0	+16,0	+0,2
8	2070,7	−4,7	+4,6	2046,6	+19,4	+3,6
10	2061,8	+4,2	+13,5	2046,7	+19,3	+3,5
12	2054,7	+11,3	+20,6	2046,5	+19,5	+3,7
14	2051,3	+14,7	+24,0	2045,6	+20,4	+4,6
16	2054,9	+11,1	+20,4	2043,6	+22,4	+6,6
18	2066,7	−0,7	+8,6	2043,6	+22,4	+6,6
20	2081,7	−15,7	−6,4	2046,5	+19,5	+3,7
22	2093,4	−27,4	−18,1	2055,7	+10,3	−5,5
Mittel	2075,3	−9,3	0	2050,2	+15,8	0

1) Berechnet von Plantamour.

Bestimmung der Temperatur der Luft aus barometrischen Beobachtungen.

Das arithmetische Mittel der Lufttemperaturen an zwei verschieden hohen Beobachtungspunkten kann der mittleren Temperatur der freien Luftsäule nicht gleichgesetzt werden. Es lässt sich leicht im allgemeinen beurtheilen, von welcher Art die Abweichungen sind, die zugleich eine periodische Veränderung ihrer Grösse zeigen werden.

Zur Zeit des Temperaturmaximums wird das arithmetische Mittel der Stationen zu warm, zur Zeit des Temperaturminimums wird dasselbe, verglichen mit der Wärme der freien Atmosphäre, zu kalt sein. Da wir früher sahen, dass das Maximum und Minimum, besonders das erstere, an hohen und tieferen Orten nicht ganz gleichzeitig sind, so wird dadurch die Grösse der Abweichung nach den örtlichen Verhältnissen und nach dem Höhenunterschiede etwas verschieden, der allgemeine Typus aber nur sehr wenig verändert werden.

Die Untersuchung des Einflusses, welchen in der Barometerformel ein Fehler in der Annahme der Temperatur der Luft auf die Resultate der berechneten Höhe ausübt, zeigt zugleich, dass das Barometer sehr wohl dazu benützt werden kann, die mittlere Temperatur der Luftsäule zwischen zwei Beobachtungspunkten zu bestimmen, deren Höhenunterschied als bekannt angenommen werden kann.

Wir wollen nun versuchen diese Betrachtung auf die Beobachtungen auf der Vincenthütte und auf den St Bernhard anzuwenden.

Für den St. Bernhard und die Vincenthütte beruht allerdings die Bestimmung des Höhenunterschiedes selbst zunächst auf barometrischen Beobachtungen; es könnte dies befürchten lassen, dass die Resultate von der hier zu untersuchenden Grösse abhängig sind, und keinen absolut richtigen Vergleichungspunkt bieten. Für den St. Bernhard ist aber die Berechnung auf mehrjährige Beobachtungen gegründet, und sie ist zugleich auf die Barometer- und Thermometerverhältnisse der vollständigen 24stündigen Periode bezogen. Es wird demnach nur jene Abweichung hier von Einfluss sein, welche das Jahresmittel zeigen wird. Allerdings ist nicht mit vollständiger Schärfe anzunehmen, dass das Jahresmittel der Temperaturen am St. Bernhard und in Genf dem Jahresmittel der zwischen beiden Oten befindlichen freien Luftsäule genau gleich sei. Da aber die Abweichungen in den kälteren und wärmeren Monaten, so wie in den kälteren und wärmeren Stunden der Tagesperiode annähernd gleiche Grösse und entgegengesetzte Zeichen haben, so dürfte die resultirende Abweichung für das Jahresmittel sehr gering sein, und jedenfalls auf die folgenden Betrachtungen keinen wesentlichen Einfluss haben. Damit stimmt auch überein, dass man, wie die Erfahrung lehrte, aus den Jahresmitteln der Barometer- und Thermometerstände mit Berücksichtigung der atmosphärischen Feuchtigkeit den wahren Höhenunterschied zweier Orte mit hinreichender

Genauigkeit erhält, wenn die horizontale Entfernung derselben nicht so bedeutend ist, dass die beiden Orte zu sehr verschiedenartigen climatischen Gruppen gehören.

Die Höhe der Vincenthütte beruht nur auf einer verhältnissmässig kurzen Beobachtungsreihe; sie dürfte aber dadurch der wahren Höhe sehr genähert sein, dass sie nach verschiedenen, und möglichst vielen correspondirenden Stationen berechnet wurde; ferner stimmt auch das Mittel der Beobachtungen um 9 Uhr Morgens, das bekanntlich im Herbste dem wahren Höhenunterschiede sehr nahe kömmt, mit dem von uns abgeleiteten Resultate ebenfalls auf eine sehr befriedigende Weise überein. In der folgenden Tabelle sind die Temperaturen der freien Luftsäule zwischen Mailand und Vincenthütte mit Berücksichtigung aller in die Barometerformel eingeführten Beobachtungselemente berechnet[1]. Da die Bestimmungen des Luftdruckes an den beiden Stationen durch das Barometer für ähnliche Untersuchungen vollkommen genügende Genauigkeit bieten, und auch die Bestimmung der Ausdehnung der Luft durch die Wärme mit einer für die Berechnung ganz genügenden Genauigkeit bekannt ist, darf man erwarten, dass die so bestimmten thermischen Verhältnisse der freien Luftsäule den wahren Werthen sehr gut entsprechen möchten.

Um eine directe Vergleichung mit den unter gewöhnlichen Umständen beobachteten Temperaturen zu erleichtern, kann man auch die mittlere Wärme der ganzen Luftschicht zwischen den zwei Beobachtungspunkten als die Wärme der freien Luft in einer bestimmten Höhe betrachten. Ich setzte diese Höhe gleich der Summe von dem halben Höhenunterschiede beider Stationen und von der Höhe der unteren Station; da die Abnahme der Wärme in der ganzen Luftschicht eine sehr gleichförmige Progression befolgen wird, mit Ausnahme der verhältnissmässig kleinen Störungen in der unmittelbaren Nähe der beiden Beobachtungspunkte selbst, so werden die berechneten Zahlen der angenommenen Höhe von 5100 P. F. sicher sehr nahe entsprechen. Indem sie auf einen Ort von bestimmter Höhe bezogen werden, können diese Zahlen zugleich leichter mit Orten gleicher Höhe an der Oberfläche des Gebirges verglichen werden.

---

1) Es liegen denselben die oben für Mailand gegebenen Veränderungen der Temperatur und des Luftdruckes zu Grunde.

Mittlere Temperatur der freien Luftsäule zwischen Mailand und Vincenthütte.

September 1851. (Cels.)

Stunde.	Temperatur der Luft an den Stationen. Mailand 147 M. 453′.	Vincent-hütte 3162 M. 9734′.	Mittel aus beiden Stationen. (a.)	Variat.	Freie Luftsäule bei 1657 M. 5100′. Temperat. (b.	Variat.	Unterschied. (a — b).	Stunde.
0	19,4	3,7	11,6	+0,5	9,1	+0,3	+2,5	Mg.
1h p. m.	20,0	3,8	12,1	+0,3	9,4	+0,2	+2,7	1h p. m.
2	21,1	3,7	12,4	−0,3	9,6	+0,2	+2,8	2
3	20,8	3,4	12,1	−0,5	9,8	+0,1	+2,3	3
4	20,2	3,0	11,6	−0,7	9,9	+0,1	+1,7	4
5	19,6	2,3	10,9	−0,6	10,0	0	+0,9	5
6	19,0	1,5	10,3	−0,8	10,0	−0,2	+0,3	6
7	18,4	0,5	9,5	−1,1	9,8	−0,3	−0,3	7
8	17.3	−0,6	8,4	−0,9	9,5	−0,6	−1,1	8
9	16,6	−1,7	7,5	−0,8	8,9	−0,6	−1,4	9
10	16,0	−2,7	6,7	−0,7	8,3	−0,3	−1,6	10
11	15,3	−3,4	6,0	−0,6	8,0	−0,2	−2,0	11
12	14,7	−3,9	5,4	−0,1	7,8	0	−2,4	Mn.
13	14,5	−4,0	5,3	−0,1	7,8	0	−2,5	1h a. m.
14	14,2	−3,8	5,2	+0,1	7,8	0	−2,6	2
15	13,9	−3,8	5,3	+0,1	7,8	−0,1	−2,5	3
16	13,2	−2,4	5,4	+0,2	7,7	+0,1	−2,3	4
17	12,5	−1,4	5,6	+0,7	7,8	0	−2,2	5
18	12,7	−0,2	6,3	+0,8	7,8	+0,1	−1,5	6
19	13,2	0,9	7,1	+1,0	7,9	+0,1	−0,8	7
20	14,2	1,9	8,1	+1,1	8,0	+0,2	+0,1	8
21	15,6	2,7	9,2	+0,8	8,2	+0,3	+1,0	9
22	16,8	3,2	10,0	+0,8	8,5	+0,3	+1,5	10
23	18,0	3,6	10,8	+0,8	8,8	+0,3	+2,0	11
		Mittel	8,5	Mittel	8,7			

Der Gang der Temperatur in der freien Atmosphäre ist, wie sich sogleich zeigt, von jenem an den Stationen sehr verschieden. Die Erwärmung der Luft in der unmittelbaren Nähe des Bodens erreicht ihr Maximum zwischen 2 Uhr und 3 Uhr

Nachmittags. Das Minimum in der freien Luft bei 4600′ Höhe über der Ebene tritt aber erst zwischen 5 und 6 Uhr ein. Diese verhältnissmässig sehr bedeutende Verzögerung im Eintritte des Maximums ist wohl davon wesentlich abhängig, dass der aufsteigende Luftstrom durch die Ausdehnung der Luft bei ihrem Erheben und durch die damit verbundene Wärmeentziehung erst nach längerem Andauern das Maximum seiner Einwirkung zu erreichen vermag; dieses Verzögern wird mit der Höhe zunehmen, und es folgt daraus, dass das Maximum der Temperatur an den hohen Beobachtungspunkten, also auf Gipfeln oder hoch gelegenen Bergabhängen von dem Eintreten des Maximums an den tieferen Orten nicht abhängen kann, weil die Luftmasse selbst nur sehr langsam ihrem Maximum sich nähert. Für die freie Atmosphäre in gleicher Höhe mit der Vincenthütte würde dies natürlich noch um mehrere Stunden später eintreten, als an dem jetzt betrachteten Punkte von 5100′ absoluter Höhe; die direct beobachteten Temperaturen auf der Hütte zeigen aber, dass dies Maximum dort, wie ziemlich allgemein an hohen Orten, früher eintritt als in der Ebene, während der Gang der Temperatur in den späten Nachmittagsstunden den Einfluss der jetzt bis zu ihrem Maximum erwärmten freien Atmosphäre kaum mit Sicherheit erkennen lässt. Auch diese Betrachtung scheint demnach zu bestägen, dass selbst in den sehr hoch gelegenen und daher verhältnissmässig auch sehr schmalen Theilen der Alpen die locale Einwirkung der schneefreien Flächen durch Insolation und der Firne durch Zurückstrahlen der Wärme auf den täglichen Gang der Temperatur und besonders auf die Grösse des Maximums einen weit bedeutenderen Einfluss hat, als die gleichzeitige Temperatur der umgebenden freien Atmosphäre[1].

Auch die Periode des Minimums in der freien Atmosphäre ist sehr verschieden von dem Gange der Luftwärme in der Nähe fester Oberflächen. Schon in der Höhe von 5100′ scheint sich die Wärme von Mitternacht bis gegen 7 Uhr Morgens kaum zu ändern; die Differenz um 4 Uhr Morgens, welche ohnehin nur 0,1° C. beträgt, kann dabei nicht von Einfluss sein, theils ihrer unbedeutenden Grösse wegen, theils deswegen, weil gerade für diese Stunden die Feuchtigkeit der Luft einen kleinen Fehler bewirken kann, da sie wegen der Lücke während der Nachtbeobachtungen für die Zeit von 10 Uhr Abends bis 6 Uhr Morgens als gleich angenommen wurde.

Wäre die Vincenthütte nicht während der ersten Nachtstunden, wie wir früher sahen[2], einem Zuströmen kalter Luft ausgesetzt, wodurch hier ausnahmsweise das Minimum mehrere Stunden vor dem Aufgange der Sonne eintritt, so würde gerade für diesen Theil der täglichen Periode, nämlich für die Stunden zwischen Mitternacht und Sonnenaufgang, der Unterschied zwischen dem Mittel der direct beobachteten Temperaturen und zwischen den aus der Barometerformel abgeleiteten Wärmeverhältnissen für die freie Atmosphäre wahrscheinlich noch bedeutender sein, als wir

1) Vergl. oben S. 298. 2) Vergl. oben S. 293.

ihn jetzt finden; es würde dann zwar auf der Vincenthütte die absolute Intensität der Kälte geringer sein, aber durch das gleichzeitige Eintreffen am unteren und am oberen Beobachtungspunkte würde das Mittel aus beiden Beobachtungsstationen jedenfalls etwas kälter ausfallen als jetzt.

An tiefen Punkten, ebenso wie an sehr hohen, ist die Veränderung der Wärme während der beiden Extremepochen nahezu gleich gross; gewöhnlich ein wenig rascher zur Zeit des Minimums, weil die Ausstrahlung bis zum Wiedererscheinen der Sonne gleichmässig fortdauert, während in den Nachmittagsstunden die lebhafteste Wirkung des Bodens nicht mit dem höchsten Stande der Sonne zusammenfällt. Bei der freien Atmosphäre aber ist die Veränderung der Temperatur zur Zeit des Temperaturminimums entschieden langsamer als zur Zeit des Maximums.

Die Differenz der Extreme wird in der freien Atmosphäre, wie zu erwarten, bedeutend geringer.

Es ergiebt

Mailand — Vincenthütte	Max. 12,4° C.	Unterschied d_1	7,2° C.
	Min. 5,2 „		
Freie Atmosphäre bei 5100′	Max. 10,0 „	Unterschied d_2	2,3 „
	Min. 7,7 „		

Die mittlere Differenz der Extreme an den einzelnen Beobachtungsstationen selbst ist noch etwas grösser.

Es wurde gefunden

Mailand	Max. 21,1° C.	Unterschied D_1	8,6° C.
	Min. 12,5 „		
Vincenthütte	Max. 3,8 „	Unterschied D_2	7,8 „
	Min. −4,0 „		
		Mittel	8,2° C.

Es verhält sich demnach die Differenz der Extreme in der freien Atmosphäre zur mittleren Differenz der beiden Beobachtungsreihen $d_2 : d_1$, nahe wie 1 : 3; $d_2 : \frac{D_1 + D_2}{2}$ wie 1 : 3,5.

Ein eigenthümliches Verhalten zur mittleren Tagestemperatur zeigt hier auch die Wärme um 9 Uhr Morgens.

An hohen Orten ist, wie wir früher (Cap. X) öfter Gelegenheit hatten zu zeigen, diese Stunde in allen Monaten wärmer als das Tagesmittel; an tiefen Orten ist dies Verhältniss veränderlich; im allgemeinen ist die Stunde um 9 Uhr Morgens in den Wintermonaten kälter, in den Sommermonaten wärmer als das Tagesmittel. In der freien Atmosphäre ist, wie die Berechnung aus Vincenthütte und Mailand zeigt, die Wärme um 9 Uhr geringer als im Tagesmittel; die später anzuführenden Beobachtungen am St. Bernhard bestätigen dies ebenfalls und zeigen zugleich, dass in der freien Atmosphäre wegen des langsamen Empordringens der Wärme die Temperatur um 9 Morgens hier alle Monate hindurch kälter ist, als das Mittel des Tages.

Auch die beiden Beobachtungsreihen von Bevers und St. Gallen, und jene von Weissenstein und Solothurn, welche beide von DENZLER[1] berechnet wurden, zeigen diese Erscheinung sehr deutlich.

Die Stunde, welche in den Herbstmonaten an Beobachtungsstationen dem Tagesmittel am nächsten kömmt, liegt für die Ebenen und für die hohen Punkte ganz im allgemeinen für die Morgenstunden zwischen 8 und 9 Uhr und für die Abendstunden zwischen 7 Uhr und 10 Uhr; für die freie Atmosphäre scheint die Abendstunde ziemlich dieselbe zu bleiben; die Stunde aber, welche des Morgens der mittleren Temperatur sich nähert, liegt entschieden später als an beiden Stationen und trifft z. B. für die hier untersuchten Verhältnisse zwischen Vincenthütte und Mailand sehr nahe mit 11 Uhr a. m. zusammen.

Hingegen zeigt sich zwischen 8 Uhr und 9 Uhr Morgens und in der zweiten Tageshälfte zwischen 6 Uhr und 7 Uhr Abends die geringste Abweichung zwischen dem Mittel der direct beobachteten Temperaturen und zwischen der für die freie Atmosphäre berechneten Wärme.

Es folgt daraus, dass die Höhenberechnungen, insofern wenigstens ihre Resultate von thermischen Einflüssen abhängen, zu diesen Stunden die günstigsten Resultate ergeben müssen. Die Ungleichheiten in den Veränderungen des Luftdruckes konnten noch eine kleine Abweichung an diesen bedingen. Es zeigten aber die oben S. 405 mitgetheilten Höhenberechnungen für die einzelnen Stunden, für den Brocken, und mit vollkommen genügender Annäherung auch jene Beobachtungen, die sich auf die Höhe der Vincenthütte beziehen, dass in dieser Jahreszeit die Beobachtungsstunden gegen 9^h a. m. und 6^h p. m. die günstigsten sind.

In den ersten Herbstmonaten ist demnach die Temperatur für die freie Atmosphäre etwa 11 Stunden über dem Mittel und 13 Stunden unter demselben, während für die mittleren Verhältnisse der zwei Beobachtungsstationen, auf die gleiche Höhe bezogen, die betreffende Zahl der Stunden nahe gleich, oder sogar die Zahl der Stunden über dem Mittel etwas grösser ist.

Das Mittel der beiden Beobachtungspunkte hängt seiner Entstehung nach in gleichem Maasse von der Wärmeveränderung an der oberen und unteren Station ab, die für die freie Atmosphäre berechnete Wärme aber zunächst von den Veränderungen der Barometerstände; bliebe dieser (und die atmosphärische Feuchtigkeit) während der ganzen 24stündigen Periode unverändert, so müsste, wie man leicht übersieht,

1) DENZLER, Andeutungen über den Gang der Temperatur in freier Luft im Laufe des Jahres und des Tages. Mittheil. d. naturf. Ges. Zürich 1849. No. 35 u. 36.

auch für alle Stunden die gleiche mittlere Wärme in der Formel eingeführt werden, um einen constanten Höhenunterschied zu erhalten. Der Barometerstand selbst ist aber eine Funktion der Wärmeveränderungen, und er wird, wie wir bei der Betrachtung der Barometercurve für hohe Orte sahen, auch an der oberen Station noch wesentlich von der Erwärmung der Luft in der Nähe des unteren Beobachtungspunktes abhängig, indem die Hebung der Atmosphäre, die hier zur Zeit des Temperaturmaximums eintritt, an der oberen Station ein Maximum des Druckes in den ersten Nachmittagsstunden hervorbringt.

Es ist demnach die Reihe der aus den Barometerständen abgeleiteten Temperaturen ebenfalls vorzugsweise von der Wärme der unteren Station abhängig. Dies bewirkt, dass z. B. in Fällen wie der vorliegende, die für die Höhe von 5100′ berechneten Temperaturen auch dann sehr wenig verändert würden, wenn für die obere Station unmittelbar ein freier Punkt der Atmosphäre statt der wirklich vorliegenden Beobachtungsstation eingeführt worden wäre. Wir können diesen Umstand benützen, um zu beurtheilen, wie sich in der freien Atmosphäre in grösseren Höhen die tägliche Wärmeveränderung gestalten wird.

In Mailand ist das Maximum nahe um 2 Uhr eingetreten, in der freien Atmosphäre bei 5100′ erst zwischen 5 und 6 Uhr Abends; da das Empordringen der warmen Luftschichten ebenso wie die Wärmestrahlung dem Temperaturüberschusse proportional ist, so wird das Fortschreiten des Maximums in der nächsten Schicht von gleicher relativer Höhe noch mehr verzögert werden. Ohne eine bestimmte Annahme zu machen, lässt sich doch erkennen, dass in Höhen von 10000 bis 12000 Fuss in der freien Atmosphäre das Maximum in den späteren Abendstunden eintreten müsste, während dann gleichzeitig die allgemeine nächtliche Erkaltung bewirkt, dass also überhaupt die Temperaturveränderung im Laufe der Tagesperiode fast Null wird.

Dieses Resultat ist an sich gar nicht überraschend; ich erwähnte es zunächst nur deswegen, um als einen sehr merkwürdigen Gegensatz dieser Verhältnisse die Temperaturen hervorzuheben, welche man an schönen Tagen direct auf hohen Alpengipfeln, also auf Punkten beobachtet, wo noch immer eine kleine Gesteinsinsolation und die reflectirende Kraft der Schneewände eine Erwärmung hervorzubringen vermag. Selbst in Höhen von 12000 bis 14000 Fuss zeigt sich in den Mittagsstunden eine Erwärmung, welche entschieden die Temperatur der freien Luft übertrifft und Nachts durch eine Erniedrigung durch Strahlung compensirt wird. In der folgenden Tabelle sind die Beobachtungen auf sehr hohen Alpengipfeln[1] zusammengestellt.

---

1) Vergl. auch die oben S. 284 mitgetheilten Beobachtungen am Grand Plateau des Mont-Blanc 12100 Par. F.

Wärmebeobachtungen auf einigen der höchsten Punkte der Alpen.

Name des Berges.	Höhe Par. F.	Stunden der Beobachtung.					Bemerkungen.
		11h a.m	12h	1h p. m.	2h p. m.	3h p. m.	
Mont-Blanc.	14809	—	−2,9	—	−3,1	—	1787 3. Aug. Saussure.
Monte-Rosa.		—	—	—	−8,0	—	1844 29. Aug. Martins u. Bravais. (Temp. um 4h −7,6; um 6h p. m. −11,8.
Höchste Spitze.	14284	—	−5,1	−4,8	—	—	1851 22. Aug. Schlagintweit.
Zumsteinspitze.	14064	—	−0,6	0,0	—	—	1821 3. Aug. Zumstein.
„	14064	−9,3	—	—	—	—	1822 1. Aug. Zumstein.
Sattel zwisch. d. Nordende	13938	—	−2,0	—	—	—	1848 12. Aug. } Studer u.
u. der Höchsten Spitze.		+1,5	—	—	—	—	1849 12. „ } Ulrich.
		—	—	—	−3,5	—	1851 22. Aug. Schl.
Vincentpyramide	13003	—	—	−5,0	—	—	1851 12. Sept. Schl.
zwischen Vincentpyr. und Schwarzhorn.	12613	—	—	−4,1	−4,1	—	1851 12. „ Schl.
Aeusserste Phanerogamen. Südabdachung. M R.	11770	—	—	—	—	+3,1	1851 12. „ Schl.
Jungfrau.	12828	—	—	—	+6,0	—	1812 3. Sept. G. Meyer in Stud. Pan. 201
„	12828	—	−3,0	—	—	—	1841 28. Aug. Agassiz, Forbes u. s. w.
Grosses Lauteraarhorn, (am Schreckhorn).	12359	—	—	—	+3,0	+2,5	1842 8. Aug. Escher, Girard, Desor.
Kleines Mischabelhorn.	12323	—	—	+3,0	—	—	— — Mousson.
Grossglockner, 2. Spitze.	12158	—	+3,2	+3,8	—	—	1848 29. Aug. Schl.
„ „	12h	+3,2	—	—	—	—	1831 15. „ Loesche.
Grossglockner, 1. Spitze.	12088	—	—	—	+3,5	—	1848 29. „ Schl.
„ „		—	—	+3,5	—	—	1831 15. „ Loesche.

Schon die unmittelbare Vergleichung dieser Reihe unter sich zeigt, dass auf den Gipfeln selbst die Wärme an den einzelnen Tagen noch ziemlich veränderlich ist, und dass hier zugleich fast überall Werthe vorliegen, die mehr dem Maximum als den mittleren Verhältnissen sich nähern, weil solche Punkte ohnehin nur an ganz günstigen Tagen erreicht werden können. Orte, die etwas tiefer als die Gipfel liegen, etwa zwischen 12000 und 10000 Fuss, zeigen bereits eine noch weit grössere Erhöhung der Temperatur; meine früheren Untersuchungen[1] enthalten eine kleine Zusammenstellung ähnlicher Verhältnisse, es wurde dort auch bemerkt, zunächst nach Beobachtungen auf dem Passe Todtenlöcher, dass an heiteren und im allge-

1) Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 375.

meinen windstillen Tagen eine leise Luftströmung hinreicht, den Stand des Thermometers sehr merklich und sehr plötzlich zu verändern, indem jetzt die in unmittelbarer Berührung mit dem Boden erwärmte Luftschicht zum Theile weggedrängt und durch eine Luftmasse ersetzt wird, die bei Tage kälter, bei Nacht auch etwas wärmer ist als die erstere.

In den folgenden beiden Tabellen sind die Wärmeveränderungen der freien Luft zwischen Genf und dem St. Bernhard (Höhenunterschiede 2066 Meter) berechnet. Ich entlehne dieselben PLANTAMOUR's Résumé etc. Die mittlere Feuchtigkeit wurde während der 24stündigen Periode für jeden Monat als unveränderlich angenommen, wodurch die Rechnung wesentlich vereinfacht wird. Diese Annahme ist für die hier berechneten Temperaturen ganz ohne Einfluss, weil die Feuchtigkeitscorrection selbst in den wärmsten Monaten, z. B. im Juli, nur einen Unterschied von ±1 Meter vom Tagesmittel bedingt.

Die relative Feuchtigkeit (vollkommen gesättigt = 100) hatte in den einzelnen Monaten folgende Werthe ergeben:

Monatsmittel der relativen Feuchtigkeit zu Genf und am St. Bernhard.

Monat.	Genf.	St. Bernhard.	Monat.	Genf.	St. Bernhard.
Januar	87	83	Juli	66	79
Februar	79	78	August	70	81
März	76	75	September	76	83
April	74	74	October	83	84
Mai	71	73	November	81	83
Juni	74	79	December	87	85

Die Feuchtigkeitscorrection wurde aus der BESSEL'schen Tabelle[1] mit Berücksichtigung der relativen Höhe und der Temperatur (hier die Monatsmittel[2]) bestimmt, und nun aus der Barometerformel die Temperatur berechnet, welche dem constanten Höhenunterschiede von 2066^m weniger der monatlichen Feuchtigkeitscorrection entsprach.

1) Vergl. Untersuchungen u. s. w. 1850. S. 165.
2) Vergl. oben S. 318 bis 321.

Mittlere Temperatur der freien Luft zwischen Genf und St. Bernhard. (Cels.)

Höhe von Genf: 1252 P. F. Höhe des St. Bernhard: 7613 P. F. Halber Höhenunterschied: 3180 P. F.

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Stunde.
0	−4,4	−2,8	−1,5	+1,6	6,1	9,2	Mg.
2	−4,0	−2,4	−1,0	2,1	6,8	9,8	2h p. m.
4	−4,0	−2,2	−0,6	2,5	7,2	10,2	4
6	−4,1	−2,2	−0,7	2,6	7,2	10,3	6
8	−4,1	−2,3	−0,9	2,2	6,9	10,0	8
10	−4,2	−2,5	−1,1	2,7	6,3	9,7	10
12	−4,3	−2,5	−1,3	1,4	6,0	9,3	Mn.
14	−4,4	−2,5	−1,6	1,2	5,5	8,9	2h a. m.
16	−4,5	−2,7	−1,9	1,0	5,0	8,5	4
18	−4,6	−3,0	−2,2	0,9	4,7	8,3	6
20	−4,6	−3,3	−2,2	0,9	4,9	8,3	8
22	−4,6	−3,0	−1,9	1,1	5,5	8,6	10
Mittel	−4,3	−2,6	−1,4	+1,6	6,0	9,3	

Stunde.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	Stunde.
0	10,6	10,3	8,5	4,9	+1,4	−1,3	3,6	Mg.
2	11,2	10,9	9,1	5,2	1,7	−1,1	4,1	2h p. m.
4	11,5	11,3	9,5	5,4	1,7	−1,0	4,3	4
6	11,7	11,4	9,6	5,3	1,5	−1,0	4,3	6
8	11,4	10,9	9,1	5,2	1,4	−1,0	4,1	8
10	10,7	10,3	8,7	4,9	1,1	−1,2	3,7	10
12	10,2	10,0	8,3	4,8	1,1	−1,3	3,5	Mn.
14	9,8	9,7	8,0	4,6	1,1	−1,3	3,3	2h a. m.
16	9,4	9,4	7,8	4,4	1,0	−1,3	3,0	4
18	9,3	9,2	7,6	4,2	0,9	−1,3	2,8	6
20	9,4	9,3	7,7	4,1	0,8	−1,4	2,8	8
22	10,0	9,7	8,0	4,4	1,0	−1,6	3,1	10
Mittel	10,4	10,3	8,5	4,8	1,2	−1,2	+3,5	

Die tägliche Veränderung ist hier, ebenso wie es sich früher für die Vincenthütte zeigte, weit geringer als die Veränderungen an jeder der einzelnen Stationen.

Die Grösse der täglichen Temperaturschwankung, der Unterschied der Extreme, beträgt für die freie Luft im Jahresmittel nur 1,5° C., in den kalten Monaten nur 0,6° C., in den warmen nur 2,5° C., während am St. Bernhard selbst für das Jahresmittel der Unterschied der Extreme 4,7° C. erreicht[1].

Die Abstumpfung der Extreme tritt noch deutlicher hervor, wenn man die Rechnung auf die Beobachtungen an einzelnen besonders kalten oder warmen Stunden anwendet. Auch hier erleidet die Zeit der Extreme eine ähnliche Verspätung, wie wir sie bei den Resultaten aus Vincenthütte-Mailand besprachen. Das Maximum und Minimum tritt später ein als in beiden Stationen. Das Maximum in Genf findet um 2 Uhr statt, jenes der freien Luft auch bei einer mittleren Höhe von 3180 Fuss über Genf erst um 5 Uhr Abends. Das Minimum in Genf und am St. Bernhard im Jahresmittel um 4 Uhr, hier um 7 Uhr.

Die Veränderungen sind hier während des Tages stets etwas grösser als in der Nacht, sie zeigen aber, auch in der Nacht, ein noch weit deutlicheres Zu- und Abnehmen von Stunde zu Stunde, als die für Mailand-Vincenthütte berechneten Verhältnisse. Dies beruht theils auf dem etwas geringeren Höhenunterschiede der ersteren beiden Orte, theils darauf, dass eine Linie von Genf nach dem St. Bernhard über verhältnissmässig sehr gleichförmig ansteigendes Alpenterrain führt, während die Verbindungslinie zwischen Mailand und dem Monte-Rosa wegen des steilen Abfalles der Alpen gegen Süden bereits eine sehr beträchtliche Höhe, weit über 5000′, erreicht hat, wenn sie sich dem unmittelbaren Fusse des Alpenlandes nähert.

Der Unterschied zwischen der freien Luft und dem arithmetischen Mittel der Stationen ist in der folgenden Tabelle enthalten. Plantamour hat zugleich darauf aufmerksam gemacht[2], dass die Wärmeunterschiede in Höhenunterschiede verwandelt werden können, indem man sie mit 7,5^{m} (= 23,1 P. F.) multiplicirt. Dass sie dann etwas kleinere Werthe liefern als jene Correctionen, welche oben S. 406 mitgetheilt sind, kann nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, dass diese auf 10jährigen mittleren Verhältnissen, also auf einer Zeitperiode beruhen, welche verhältnissmässig viel mehr Tage schlechten Wetters und geringer Besonnung einschliessen, als Beobachtungen, welche zum unmittelbaren Zweck von Höhenbestimmungen angestellt und dann vorzugsweise bei gutem Wetter gemacht werden.

Auch diese Reihen zeigen durch alle Monate für jene Stunden, an welchen die Wärme dem Tagesmittel sich nähert, nur sehr geringe Abweichungen. Die Wahl dieser Stunden zu barometrischen Beobachtungen, verbunden etwa mit Berechnungen nach verschiedenen correspondirenden Stationen, um die von der horizontalen Ent-

1) Auch die Berechnungen Denzler's für die Stationen Bevers-St. Gallen, Weissenstein-Solothurn, ergaben ganz ähnliche Resultate. Vergl. Mittheilungen der naturf. Gesellsch. Zürich. 1849. No. 35 u. 36.

2) Résumé S. 62.

fernung bedingten Unregelmässigkeiten des Luftdruckes zu eliminiren, dürfte demnach unter allen Umständen als das günstigste Verfahren empfohlen werden[1].

Unterschied zwischen der Temperatur der freien Luft (L) und dem arithmetischen Mittel aus der Lufttemperatur an den Stationen Genf und St. Bernhard.

$\left(L - \frac{G+B}{2}\right)$. Cels.

Stunde.	Januar.	Februar.	März.	April.	Mai.	Juni.	Stunde.
0	−0,5	−1,7	−3,0	−3,9	−4,1	−4,4	Mg.
2	−0,2	−1,5	−2,8	−3,7	−4,0	−4,4	2h p. m.
4	+0,4	−0,6	−1,6	−2,5	−1,7	−3,4	4
6	+1,2	+0,7	−0,2	−0,9	−0,3	−2,1	6
8	+1,5	+1,4	+0,6	0,0	0,0	−0,6	8
10	+1,7	+1,5	+1,2	+0,6	+1,7	+0,5	10
12	+1,9	+1,8	+1,9	+1,3	+1,8	+1,6	Mn.
14	+2,0	+2,2	+2,5	+1,9	+2,2	+2,0	2h a. m.
16	+2,3	+2,5	+2,6	+1,8	+1,7	+1,4	4
18	+2,0	+2,0	+1,7	+0,7	+0,4	+0,1	6
20	+1,5	+1,1	0,0	−1,3	−2,0	−2,2	8
22	+0,4	−0,4	−2,0	−3,1	−3,5	−3,8	10
Mittel	+1,2	+0,8	−0,8	−0,9	−1,2	−1,5	

1) Die Berechnungen des Temperaturganges für die freie Atmosphäre können auch benützt werden, um die allgemeine Anwendbarkeit der früher besprochenen Stundencombinationen zur Bestimmung der mittleren Tagestemperatur zu prüfen. In der folgenden kleinen Uebersicht sind die Correctionen gegeben, abgeleitet aus dem Jahresmittel für St. Bernhard-Genf, und aus den Septemberbeobachtungen für Vincenthütte-Mailand.

Anwendung verschiedener Stundencombinationen auf den Temperaturgang in der freien Atmosphäre.

	St. Bernhard-Genf.		Vincenthütte-Mailand.	
	Stationsmitt.	Fr. Atmosph.	Stationsmitt.	Fr. Atmosph.
Mittel	3,5	3,5	8,5	8,7
Correctionen für:				
IXh a. m.	−0,4	+0,5	−0,7	+0,5
$\frac{M+m}{2}$	−0,1	−0,5	−0,3	−0,1
$\frac{VII+II+2,IXp}{4}$	−0,15	−0,2	−0,1	−0,1
$0,4M+0,5m+0,11IX_1$	−0,1	+0,1	0	0
$\frac{VI+II+X}{3}$	0	0	0	+0,1

Stunde.	Juli.	August.	Septbr.	October.	Novbr.	Decbr.	Jahr.	Stunde.
0	−4,4	−3,8	−2,7	−1,6	−0,4	+0,7	−2,5	Mg.
2	−4,4	−3,8	−2,6	−1,5	−0,2	+0,7	−2,3	2h p. m.
4	−3,6	−2,9	−1,7	−0,7	+0,4	+1,3	−1,5	4
6	−2,2	−1,6	−0,5	+0,4	+1,3	+2,1	−0,3	6
8	−0,7	−0,5	+0,3	+1,3	+1,7	+2,6	+0,6	8
10	−0,1	+0,1	+0,8	+1,7	+1,8	+2,6	+1,1	10
12	+0,9	+1,2	+1,3	+2,3	+2,1	+2,5	+1,7	Mn.
14	+1,5	+2,0	+1,9	+2,5	+2,4	+2,6	+2,2	2h a. m.
16	+1,1	+1,8	+2,1	+2,5	+2,7	+2,9	+2,1	4
18	0,0	+0,7	+1,5	+1,7	+2,3	+2,9	+1,3	6
20	−2,4	+1,7	−0,4	+0,6	+1,7	+2,5	−0,3	8
22	−3,7	−3,1	−2,0	−1,0	+0,3	+1,3	−1,7	10
Mittel	−1,5	−0,9	−0,2	+0,7	+1,3	+2,1	0,0	

Die Tabelle zeigt im December die grösste positive, im Juni und Juli die grösste negative Correction. Der Monat September, der ohnehin vorzugsweise zu Beobachtungen wegen der Beständigkeit der Witterung günstig ist, bietet auch hier die beste Uebereinstimmung.

Schliesslich erwähne ich noch eines Verhältnisses, welches Denzler in seinen „Andeutungen über den Gang der Temperatur in freier Luft im Laufe des Jahres und des Tages“[1] gefunden hat. Indem die Jahresmittel des Luftdruckes für die Jahre 1826 bis 1836 incl. zur Bestimmung der Temperatur der Luftschicht zwischen Genf und St. Bernhard benützt wurden, zeigte sich, dass die Abweichungen der einzelnen Jahre vom Mittel für die Stationen und für die freie Luft nicht genau denselben Gang befolgten. Bisweilen kann es geschehen, dass das an den Stationen wärmere Jahr die mittlere Wärme der Luftsäule kälter ergiebt als den Mittelwerth, und umgekehrt. Die Vertheilung der atmosphärischen Feuchtigkeit und die davon bedingte Durchsichtigkeit der Atmosphäre scheint die wesentlichste Ursache davon zu sein.

In den feuchteren Jahren, welche zugleich die trüben sind, wird der freien Atmosphäre durch die Condensation des Dampfes eine nicht unbedeutende Wärmequelle gegeben, während an den Stationen zwar die nächtliche Erkaltung durch Strahlung geringer, aber zugleich in noch grösserem Maasse die Erwärmung durch die Besonnung vermindert wird.

1) Denzler, Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1849. S. 346.

Dagegen sind jene Jahre, welche sich durch eine geringere relative Feuchtigkeit auszeichnen, an den Stationen gewöhnlich die wärmeren. Durch die Durchsichtigkeit der Atmosphäre wird die Insolation gesteigert; auch die Ausstrahlung während der Nacht wird jetzt vermehrt, aber, wie die Mittel der verschiedenen Jahre zeigen, nicht in gleichem Grade; es bleiben also die heiteren Jahre an den Stationen etwas wärmer als die mehr bewölkten. In der freien Atmosphäre hingegen wird die Besonnung, die überhaupt auf die Atmosphäre unmittelbar einen sehr geringen Einfluss ausübt, auch jetzt nur einen unbedeutenden Unterschied hervorbringen, während des Nachts die strahlende Wärme theils in den freien Raum sich verliert, theils zur Auflösung der Dünste verwandt wird.

Bemerkungen über einige Barometerstände zwischen 14000 u. 12000 P. F.

In grossen Höhen vermindert sich nicht nur die Grösse der täglichen Barometeroscillation, auch die unregelmässigen Schwankungen des Barometers werden geringer. Für einige Punkte in mittleren Höhen sind in unseren Untersuchungen 1850 S. 389 die gleichzeitigen Oscillationen mit jenen an tieferen Punkten verglichen.

Für einige sehr hohe Alpengipfel liegen Ablesungen aus verschiedenen Jahren vor, die ich zunächst deswegen mit einigen Bemerkungen erläutern will, weil sie erkennen lassen, dass selbst für die höchsten Alpengipfel die unregelmässigen Oscillationen noch ziemlich bemerkbar sein können.

Die Veränderungen an den tieferen Stationen können nur dann direct mit jenen auf den Gipfeln verglichen werden, wenn die Beobachtungen an mehreren Stationen gemacht wurden, weil sonst die verglichene Station zufällig eine solche sein kann, welche das gleichzeitige Maximum der Schwankung in der Tiefe nicht vollständig erkennen lässt.

Die im folgenden für die höchsten Punkte zu erwähnenden Oscillationen scheinen zugleich an Tagen stattgefunden zu haben, die keineswegs erwarten lassen, die Maxima der Oscillation zu finden; an Tagen, welche sich durch besonders grosse Barometerschwankungen auszeichnen, zeigen Orte, die nicht nahe neben einander liegen, sehr selten eine gleich grosse Abweichung des Barometerstandes[1]; weit häufiger sind mittlere Schwankungen über ziemlich ausgedehnte Strecken gleichmässig verbreitet. Nun ergeben aber die Berechnungen der barometrisch bestimmten Höhenunterschiede in keinem der folgenden Fälle bedeutende Abweichungen von der wahren Höhe, und es lässt sich daher annehmen, dass die hier gefundenen Unterschiede als solche betrachtet werden müssen, welche auf hohen Gipfeln noch unter ziemlich regelmässigen Verhältnissen eintreten können.

---

1) Vergl. oben S. 42, 43 die Berechnungen der Höhe des Theodulpasses.

1. **Gipfel des Mont-Blanc.**

A. SAUSSURE fand[1] am 3. August 1787 den Barometerstand

$$\text{um } 12^h: 16'' 0''' \frac{14,4}{16} = 435,15 \text{ MM.}$$

$$\text{um } 2^h: 16'' 1''' \frac{0,4}{16} = 435,43 \text{ MM.}$$

die Mittel 435,3 MM.;

die Temperatur des Quecksilbers war bei beiden Ablesungen 10° R. = 12,5° C.; der mittlere reducirte Barometerstand war demnach 434,0 MM. Die von SAUSSURE selbst berechnete Höhe ergab 14770 P. F., DELCROS[2], der später SAUSSURE's Beobachtungen neu berechnete, erhielt die absolute Höhe = 4817,3 M. 14829,8 P. F.

B. BRAVAIS und MARTINS beobachteten auf dem Mont-Blanc-Gipfel am 29. Aug. 1844 folgende Barometerstände (auf 0 reducirt):

2^h p. m.	424,71 MM.	Mittel 424,6 MM.
4^h „	424,32 MM.	
6^h „	423,85 MM.	

Die von denselben berechnete absolute Höhe ergab 4810,0 M. = 14806 P. F.

Beide Höhenresultate stimmen unter sich sowohl als mit dem allgemeinen von DELCROS berechneten Mittel, 4811 M. = 14809 P. F., sehr gut überein, obwohl der Unterschied des beobachteten Luftdruckes 9,4 MM. beträgt.

2. **Monte-Rosa.**

Unter ZUMSTEIN's Beobachtungen auf der nach ihm benannten Spitze des Monte-Rosa scheint die vom 3. Aug. 1821, wie DELCROS gezeigt hat, die günstigste Uebereinstimmung bei der Berechnung nach verschiedenen Stationen zu ergeben, also bei einer sehr regelmässigen Vertheilung der Wärme und des Druckes in der Atmosphäre angestellt zu sein.

Der Barometerstand war:

um 11^h a. m. 16″ 4‴,2. Temp. des Quecksilbers +7,0° R.
um 12^h „ 16″ 4‴,2 „ „ „ +6,0° R.

Auf Null reducirt und in Millimeter übersetzt, erhält man als Mittel beider Ablesungen: 441,9 MM. Diese Beobachtung ergab, von DELCROS berechnet, 4566 M. 14056 P. F., und stimmt sehr gut mit dem von uns abgeleiteten Mittel = 4569 M. 14064 P. F.

Nach den Beobachtungen No. 65 und No. 66 des Höhenverzeichnisses S. 28 entspricht hier ein Höhenunterschied von 100′ einem Unterschiede des Druckes von nahe 1,68 MM., die Beobachtung ZUMSTEIN's ergiebt demnach auf die Höchste Spitze reducirt für diese einen Barometerstand von 438,2 MM., ein Luftdruck, der von jenem von uns selbst am 22. Aug. 1851 beobachteten ungemein wenig abweicht.

1) Voyages. T. IV. § 2203.

2) Annuaire météor. de la France. Année 1850. p. 264—298.

Um 12^h 20′ = 438,18 MM., um 1^h 437,99 MM.

Ueberhaupt scheinen bei den Beobachtungen an den höheren Theilen des Monte-Rosa bis jetzt noch keine so bedeutenden Unterschiede im Barometerstande vorgekommen zu sein, wie jener zwischen den beiden Bestimmungen des Mont-Blanc.

Die übrigen Barometerstände, die Zumstein beobachtete, waren (reducirt auf 0° C. und in Millimeter übersetzt):

1820 1. Aug.	10^h 30′	a. m.	441,6	MM.
	12	„	441,0	„
	3^h	p. m.	441,9	„
1822 1. Aug.	12^h	a. m.	435,7	„

Am Sattel zwischen dem Nordende und der Höchsten Spitze, 4526,7 M. 13938 P. F., zeigen die beiden Ablesungen von Studer und Ulrich, 1848 und 1849, ebenfalls nur sehr geringe Unterschiede sowohl unter sich als mit unserer Beobachtung von 1851 verglichen.

Die Barometerstände waren (reducirt auf 0):

1848 12. Aug.	11^h 30′	a. m.	442,6	MM.
1849 12. „	11^h 0′	a. m.	444,6	„
1850 22. „	1^h 50′	p. m.	443,9	„

Für den Grossglockner, 3950 M. 12158 P. F., können zwei Ablesungen verglichen werden, nämlich jene des Dr. Lösche am 12. August 1831, und die unsere vom 29. August 1848. Das von Lösche abgelesene Instrument ist das von Salm im Jahre 1799 aufgestellte Barometer, das wir 1848 noch ganz wohl erhalten fanden[1]. Das Instrument auf dem Grossglockner stand, wie sich aus dem Vergleiche mit unserem Barometer ergab, um 0,6 P. L. (= 1,4 MM.) zu niedrig.

Der Barometerstand war (auf 0 reducirt):

1831 12. Aug. 12^h 214″,2
corr. +0,6
214″,8 = 484,5 MM.
1848 29. Aug. 1^h p. m. 478,9
Unterschied 5,6 MM. = 2,5″

Am Grossen Plateau des Mont-Blanc 3930 M. 12100 P. F. wurden von Bravais und Martins folgende Maxima und Minima beobachtet:

Erste Reihe vom 1. bis 8. August 1844:

Grosses Plateau	Max. 471,13 MM.	Min. 468,41 MM.	Unterschied 2,72 MM.
Chamouni	„ 674,63 „	„ 672,54 „	„ 2,09 „

1) Vergl. Unters. u. s. w. S. 850, S. 193 und S. 390. Am 13. Januar 1855 fand Herr Kaplan Franciszi aus Heiligenblut den Barometerkasten ebenfalls noch vor, während ihn Herr Kreussler aus Stuttgart, der am 22. August 1852 auf der zweiten Spitze war, nicht auffinden konnte, und glaubt, dass derselbe herabgestürzt sei.

Zweite Reihe vom 28. August bis 1. September 1844.

Grosses Plateau	Max.	479,22	MM.	Min.	473,61	MM.	Unterschied	5,61 MM.
Chamouni	„	681,06	„	„	674,27	„	„	6,79 „
St. Bernhard	„	572,72	„	„	567,09	„	„	5,63 „
Aosta	„	715,63	„	„	708,06	„	„	7,57 „
Genf	„	729,10	„	„	722,35	„	„	6,75 „
Mailand	„	755,29	„	„	747,09	„	„	8,20 „

Der Unterschied zwischen den absoluten Extremen beider Reihen ergiebt für Chamouni 9,52, für das Grosse Plateau 10,81 MM.

Diese Beobachtungen zeigen allerdings keinen bedeutenden Unterschied zwischen den höheren und den niedrigeren Punkten; allein es dürfte hier zugleich der Umstand sehr wesentlich sein, dass die absolute Grösse dieser Barometeroscillationen keineswegs sehr bedeutend ist. Auch SAUSSURE fand unter ähnlichen Verhältnissen die Schwankungen am Col du Géant grösser als jene von Chamouni und Genf[1]. Er bemerkt aber zugleich, dass dies als eine Ausnahme von den gewöhnlichen Verhältnissen zu betrachten sei. Die oben S. 42, 43 angegebenen Barometerstände am Theodulpass mit den correspondirenden zu Bern, Genf, Aosta, St. Bernhard, Mailand und Turin, während welcher das Barometer am Theodulpasse um 10 MM. fiel, ergaben nur in Mailand und Turin grössere Unterschiede, nämlich 13,8 u. 14,0 Millimeter. Die Beobachtungen an den folgenden Tagen zeigen jedoch so grosse Ungleichheiten in den Veränderungen des Druckes an diesen verschiedenen Orten, dass hier die Beobachtungen eine grössere Reihe von Tagen hätte umfassen müssen, um die wirkliche Grösse dieser Schwankung an den verschiedenen Punkten vergleichen zu können.

Dass die absoluten Extreme des Luftdruckes z. B. in der Jahresperiode auf sehr hohen Gipfeln entschieden geringer sein werden, als an den tieferen Punkten, lässt sich auch aus Folgendem erwarten. Die absoluten Maxima des Druckes fallen gewöhnlich mit grossen Kälteextremen zusammen, wobei während eines längere Zeit anhaltenden Temperaturminimums die unteren Luftschichten mehr als gewöhnlich an Dichte zunehmen[2] und dadurch auch noch in den oberen Regionen einen Zufluss der Atmosphäre aus weniger erkalteten Gegenden bedingen. In solchen Fällen ist zugleich die Temperaturabnahme eine sehr langsame, ja sie kann in den höheren Theilen, eben wegen des seitlichen Zuströmens weniger erkalteter Luft, ganz verschwinden; es wird daher die relative Vermehrung des Luftdruckes in den unteren Theilen weit bedeutender sein als in den oberen.

Die absoluten Minima des Luftdruckes sind theilweise davon abhängig, dass statt zweier übereinander bewegender Luftströme nur einer, in unseren Breiten dann der südöstliche, vorhanden ist, der vorher der obere war.

1) SAUSSURE Voyages. IV, § 2049. 2) Vergl. DOVE Preussische Stationen.

Da demnach das Minimum des Luftdruckes zunächst durch die Veränderung in der Bahn des unteren Luftstromes bedingt ist, so werden dabei die unteren Regionen ein stärkeres Fallen des Barometers zeigen als die oberen.

Einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Grösse der Minima des Luftdruckes hat zugleich auch die Schnelligkeit der sich bewegenden Luftmassen; sehr niedrige Barometerstände sind gewöhnlich mit heftigen Stürmen verbunden[1].

Bei einer annähernd gleichen Geschwindigkeit in den unteren und in den oberen Regionen wird die Verminderung des verticalen Druckes der Dichtigkeit der Luftschichten proportional sein.

Auch dieser Umstand kann bisweilen dazu beitragen, dass die absoluten Minima auf sehr hohen Punkten weniger vom mittleren Barometerstande sich entfernen, als in den tieferen Regionen.

Resultate.

1. Die täglichen periodischen Veränderungen des Barometerstandes zeigen in den Ebenen und auf plateauartig gestalteten Erhebungen 2 Maxima und 2 Minima; auf isolirten hohen Bergen und in der freien Atmosphäre tritt nur ein Maximum und ein Minimum ein, die ungefähr zur Zeit der Temperaturextreme stattfinden.

2. Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt darin, dass die Barometerschwankungen nicht ausschliesslich von dem Abfliessen oder dem Zuströmen der Luft in der Nähe der oberen und der unteren Grenze der Atmosphäre abhängen. Eine isolirt gedachte Luftsäule ändert nämlich nicht allein periodisch ihre Dichtigkeit im allgemeinen; auch innerhalb derselben treten periodische Verdichtungen oder Verdünnungen ein, die in grossen Höhen mit den Veränderungen des Gesammtdruckes nicht gleichzeitig sind.

3. Die Grösse des Unterschiedes zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel scheint weit mehr von unregelmässigen Einflüssen der Bodengestaltung und von der Vertheilung der Feuchtigkeit abzuhängen als davon, ob die Alpenkette im Allgemeinen nördlich oder südlich vom Beobachtungspunkte liegt. In der Jah-

1) Als interessante barometrische Extreme führe ich noch folgende Beobachtungen zur Vergleichung an. (Aus: Eisenlohr über Barometerstand und Witterung im Winter. Karlsruhe 1852. S. 80.) Das schnellste Fallen des Barometers im Winter betrug in Karlsruhe 12,3‴ = 28,7 MM. in einem Tage, am 11. Februar 1799. Es folgte auf anfangendes Thauwetter, das zugleich 1½ Tage lang mit S.W. und Regen anhielt; dann aber folgt wieder kurzer Frost und fast eben so schnelles Steigen des Barometers. Die Schwankungen des Barometers sind im allgemeinen im Winter grösser als im Sommer. Beim Fallen des Barometers sind die Veränderungen gewöhnlich etwas langsamer als beim Steigen. Ein sehr tiefer Barometerstand (27″ 0‴ für Karlsruhe) folgte niemals auf einen sehr hohen 28″ 5‴; doch nicht selten geschah es, dass ein sehr hoher Barometerstand auf einen sehr tiefen in wenigen Tagen folgte.

resperiode zeigt der Druck der trockenen Luft für die wärmsten Monate, analog dem täglichen Gange, nur an den höheren Orten ein Maximum.

4. Die Resultate barometrischer Höhenmessungen sind, besonders an warmen Tagen, von der Beobachtungsstunde abhängig; sie entfernen sich von der wahren Höhe am wenigsten um 8 bis 9 Uhr Morgens und 5 bis 6 Uhr Abends, und zeigen in den Nachmittagsstunden ein entschiedenes Maximum.

5. Benützt man barometrische Beobachtungen, um bei bekannten Höhenunterschieden die Wärme der freien Atmosphäre zu berechnen, so zeigt sich, dass in der freien Luft der Gang der Temperatur von jenem in der Nähe des Bodens sehr verschieden ist; die Extreme werden bedeutend abgestumpft und zugleich um mehrere Stunden verspätet. In der freien Atmosphäre scheint die tägliche Temperaturperiode in gleicher Höhe mit den bedeutendsten Gipfeln der Alpen bereits verschwindend klein zu werden.

6. Der Unterschied zwischen der Temperatur der freien Luft und zwischen dem arithmetischen Mittel aus zwei entsprechenden Stationen zeigt in der Jahresperiode (z. B. für Genf und St. Bernhard), dass die freie Atmosphäre im Sommer entschieden kälter, im Winter wärmer ist als das Mittel der Stationen. Aehnliche Unterschiede finden auch statt, wenn man diese Verhältnisse für das Jahresmittel besonders warmer oder besonders kalter Jahre untersucht.

7. In sehr grossen Höhen vermindern sich auch die unregelmässigen, nicht periodischen Schwankungen des Barometers, ohne jedoch selbst für die höchsten Alpengipfel ganz zu verschwinden. Der grösste am Mont-Blanc beobachtete Barometerunterschied betrug 9,4 MM.; obwohl die beiden Beobachtungen an heiteren und günstigen Tagen angestellt wurden.

CAP. XII.

BEMERKUNGEN ÜBER DAS ANEROIDBAROMETER.

INHALT.

Construction. Einfluss der Temperatur. Bestimmung der wahren Scala. Ablesungen in verschiedenen Höhen. Verhältnissmässig langsame Aenderung einiger Instrumente bei raschem Wechsel des Luftdruckes. Allmählige Aenderungen des Aneroids nach längerer Zeit. Litteratur.

Das von Vidi erfundene Aneroidbarometer bietet durch seine compendiöse Form und seine Tragbarkeit wesentliche Bequemlichkeiten für den Gebrauch auf Reisen.

Wenn auch bis jetzt die Angaben desselben bei weitem nicht so zuverlässig sind, dass es das Barometer und Thermobarometer oder selbst die abgekürzten Differentialbarometer u. s. w. an Genauigkeit erreicht, so gewährt doch die Einfachheit des Instrumentes so mannigfache Vortheile, dass es schon in seiner jetzigen Form in vielen Fällen als ein sehr brauchbares Instrument auf Reisen angesehen werden kann.

Bei Beobachtungen von Höhenverhältnissen, welche der Natur des Gegenstandes nach, auch bei genauester Ermittelung der wahren Höhe an einem oder mehreren einzelnen Punkten, doch als Resultat nur eine annähernde mittlere Bestimmung möglich ist, kann es besonders deswegen sehr nützlich werden, weil die Leichtigkeit der Beobachtung erlaubt, durch die öftere Wiederholung der Bestimmungen den Mangel der Genauigkeit der einzelnen Fälle theilweise zu ersetzen. Für die Bestimmungen von Pflanzengrenzen, die Höhe, welche das Auftreten einer geologischen Formation an verschiedenen Abdachungen eines Gebirgssystemes zeigt, und für viele ähnliche Verhältnisse kann das Aneroidbarometer sehr wohl benützt werden, besonders wenn man durch wiederholte Vergleichungen mit dem Barometer die Correctionen genau bestimmt hat, welche unter den verschiedenen Umständen nöthig sind. Bei geologischen Beobachtungen kann das Aneroid auch eine nicht unwesentliche Hülfe für die Zeichnung richtiger Profile bieten. Da es sehr zeitraubend ist, das Barometer[1] so häufig aufzustellen und abzulesen, als es nothwendig

---

1) Das Verfahren, den Luftdruck durch die Beobachtung des Siedepunktes zu bestimmen, giebt zwar, wie wir früher zu zeigen Gelegenheit hatten, Resultate, die als vollkommen genügend betrachtet werden können; allein die Art der Beobachtung ist hier noch weit umständlicher und zeitraubender,

wäre, um ein in allen Theilen richtiges Höhenprofil zu construiren, beschränkt man sich auf die Bestimmung weniger Punkte, und trägt die zwischenliegenden etwa nach den allgemeinen Neigungsverhältnissen annähernd ein.

Das Aneroid bietet nun, wenn es zugleich öfters mit dem Barometer direct verglichen wird, sehr gute Anhaltspunkte, um alle charakteristischen Niveauverschiedenheiten des Terrains mit einer für die Profilzeichnung mehr als hinreichenden Genauigkeit zu bestimmen.

Wir hatten Gelegenheit zwei Aneroide, eines von Lerebours[1] und Secretan in Paris, und eines von Hohnbaum in Hannover durch wiederholte, und in sehr verschiedenen Höhen ausgeführte Vergleichungen mit dem Barometer zu prüfen.

Obwohl die im Folgenden erörterten Correctionen in Beziehung auf ihre absolute Grösse für jedes Instrument verschieden sind, so wiederholt sich doch die Art der Fehler ziemlich allgemein bei jedem Aneroid in ähnlicher Weise. Vielleicht dürften auch einige der folgenden Bemerkungen Veranlassung sein, einige Aenderungen anzubringen, welche die Anwendbarkeit dieses schönen Apparates verbessern.

Im Aneroidbarometer wird der Zeiger, welcher den Luftdruck angiebt, dadurch bewegt, dass eine fast luftleer gepumpte Büchse sich ausdehnt oder zusammenzieht, je nachdem der Luftdruck fällt oder steigt. Der luftleeren Büchse ungefähr gegenüber befindet sich eine Metallspirale, welche den Bewegungen der Büchse entgegenwirkt; die Veränderungen für einen bestimmten Unterschied des Luftdruckes werden dadurch kleiner und gleichmässiger. Die Bewegung eines Cylinders, der vertical auf der Büchse steht, wird durch eine Curbel und ein System von Fühlhebeln in die kreisförmige Bewegung des Zeigers verwandelt.

Die Scala trägt eine Kreistheilung, die bei vielen Instrumenten die ganze Peripherie einnimmt. Die Abstände der einzelnen Theile, die als Millimeter oder Linien bezeichnet sind, haben gewöhnlich auf der ganzen Theilung unter sich eine gleiche Grösse.

Die mechanische Verbindung der sich bewegenden Theile ist aber in den meisten Instrumenten eine solche, dass bei einer gleichförmigen Theilung das Aneroidbarometer einen zu geringen Druck anzugeben scheint, wenn der Zeiger bereits einen bedeutenden Theil der Peripherie durchlaufen hat. Diese Abweichung wurde neuerdings an einigen Instrumenten von Örtling und von Jmme dadurch sehr verringert oder ganz vermieden, dass der Durchschnitt der Welle, auf welcher die Kette sich aufrollt, nicht ein Kreis, sondern eine Spirale ist. Jedenfalls ist es

als die Bestimmung durch das Barometer. Nur dadurch wird diese Art der Beobachtung ungemein wichtig, weil das Thermometer ungleich sicherer transportirt werden kann, als das Quecksilberbarometer.

1) Das erstere wurde uns durch die Güte des Herrn von Bibra in Nürnberg zur Vergleichung überlassen.

nöthig, sich durch directe Vergleiche zu überzeugen, ob die Scala gleichen Veränderungen des Luftdruckes entspricht, oder ob eine Correction für die einzelnen Partbieen der Theilung nöthig ist.

Diese Abweichung kann an einzelnen Instrumenten mehrere Grade der Kreistheilung erreichen, und die Correction ist dann, in Millimeter oder Linien übersetzt, um so grösser, je kleiner die Theile der Kreisperipherie sind, welche einer dieser Maasseinheiten entsprechen.

Diese Abweichungen sind, wie erwähnt, in den ersten Abtheilungen der Scala, z. B. von 760 bis 720 M.M., noch nicht bemerkbar; wir wollen daher erst später auf dieselben zurückkommen, und zuerst die Genauigkeit der Ablesung und den Einfluss der Temperatur bestimmen.

Die Genauigkeit der Ablesung lässt sich auf zweierlei Art beurtheilen.

Die kleine Reibung der Theile unter sich bewirkt, dass das Instrument stets einer kleinen Erschütterung bedarf, um den wahren Luftdruck anzugeben. Wiederholt man rasch nach einander mehrere Ablesungen, indem man jeder eine kleine Erschütterung vorhergehen lässt, so geben die Unterschiede ein Maass für die Genauigkeit des Instrumentes. An dem Instrumente von Hohnbaum, welches wir vorzugsweise benützten, befindet sich die Theilung auf einer versilberten, spiegelnden Metallplatte; durch genaues Zusammenfallen des Zeigers und seines Spiegelbildes bei der Ablesung konnte die Parallaxe vermieden, und so der jedesmalige Stand des Instrumentes auf $\frac{1}{10}$ Millimeter mit Zuverlässigkeit abgelesen werden.

Die kleinen Erschütterungen aber, welche, ganz analog dem Klopfen am Quecksilberbarometer, jedesmal gleiche Resultate herbeiführen sollten, bewirkten hier, wegen der Reibung der einzelnen Theile, Unterschiede, die gewöhnlich einige Zehntel Millimeter betragen, oft halbe Millimeter erreichen.

Die Stellung, in der sich das Aneroid befindet, hat ebenfalls bei vielen Instrumenten einen Einfluss auf die Angabe des Luftdruckes.

Da die einzelnen Theile des Hebelwerkes nicht genau äquilibrirt sind, geschieht es, dass die Ablesungen in horizontaler und in verticaler Stellung nicht gleich sind.

Wenn aber der Fühlhebel, der sich am unteren Ende des Instrumentes in der Nähe der Spiralfeder befindet, genau äquilibrirt ist, so bleibt der Stand des Instrumentes derselbe, er mag in einer horizontalen oder verticalen Lage sich befinden. Die neueren Instrumente zeigen gewöhnlich keine Veränderung des Zeigers in verschiedenen Stellungen.

Auch bei Instrumenten, bei welchen die Angaben durch ihre Stellung verändert werden, wird die Richtigkeit der Ablesungen nicht beeinträchtigt, wenn nur das Instrument stets in der gleichen Lage abgelesen wird.

In verschiedenen Lagen sind die Unterschiede an einzelnen Instrumenten ziemlich bedeutend.

Am Aneroid SECR. und LEREBOURS No. 619. war der Stand in Berlin, 28. Juni 1851:

in horizontaler Lage	758 M.M.
in verticaler Lage mit dem Ringe nach oben wie gewöhnlich	757 "
in verticaler Lage mit dem Ringe nach unten	754.5 "
Das Aneroid SECR. No. 1574.	
in horizontaler Lage	762,6 "
in verticaler Lage	761,8 bis 762 "
Das Aneroid von HOHNBAUM:	
a. Berlin, 28. Juni 1851,	
in horizontaler Lage	759,9 "
in verticaler Lage, Ring nach oben	757,7 "
in verticaler Lage, Ring nach unten	755,8 "
b. Vincenthütte, 6. September 1851,	
in horizontaler Lage	525,2 "
in verticaler Lage	523,0 "
c. Theodulpass, 29. August 1851,	
in horizontaler Lage	500,6 "
in verticaler Lage	548,0 "

Das Aneroid von HOHNBAUM wurde noch öfter bei verschiedenen Barometerständen in beiden Lagen abgelesen; ich gebe nur die obigen Beispiele, da die Abweichungen stets sehr nahe dieselben waren.

An verschiedenen Instrumenten ist demnach der Einfluss der Stellung von ungleicher Grösse; die Abweichung blieb zugleich für dasselbe Instrument unverändert, ob man die Ablesung bei einem hohen oder bei einem sehr niedrigen Barometerstande machte; die gegenseitige Verschiebung, welche die Theile im Innern des Instrumentes erleiden, scheint demnach darauf von keinem wesentlichen Einfluss zu sein. Die Correction für die eine oder andere Stellung bleibt also für alle Höhen constant.

Je kleiner die Abweichungen sind, desto geringer ist der Fehler bei einer nicht vollkommen genauen horizontalen oder verticalen Lage.

Uebrigens werden auch bei den gewöhnlichen Aneroiden die Ablesungen unter sich ganz vergleichbar, wenn nur stets dieselbe Stellung beibehalten wird; zugleich sind die Abweichungen in den beiden um volle 90° verschiedenen Stellungen verhältnissmässig so klein, dass eine schiefe Lage des Instrumentes bereits sehr deutlich bemerkt werden kann, ehe der Fehler, den sie hervorbringt, ablesbar wird.

Die Ablesungen hier, so wie im Folgenden, sind das Mittel wiederholter Ablesungen, wenn die angegebenen Theile kleiner als $\frac{1}{4}$ Millimeter sind[1].

---

1) Auch bei den Veränderungen des Standes bei verschiedener Aufstellung kömmt das Aneroid, zum

In Beziehung auf den Mechanismus der bewegenden Theile dürfte noch zu erwähnen sein, dass das Instrument beim Transporte durch eine Auslösevorrichtung vor dem Einflusse unvorhergesehener Erschütterungen geschützt sein sollte[1].

Diese fehlte auch bei den von uns benützten Instrumenten; wir selbst hatten zwar während der Reise keine Störungen durch den Transport bemerkt; die oft wiederholten Vergleichungen mit dem Quecksilberbarometer hätten uns eine Zerrüttung des Aneroids sogleich bemerken lassen.

Temperaturcorrection. Durch die Erhöhung der Temperatur wird die Elasticität des metallischen hohlen Cylinders vermindert, aber auch zugleich jene der Feder, welche dem ersteren das Gleichgewicht hält[2].

Diese Verminderung der Elasticität in beiden wirkt auf die Bewegung des Zeigers in jedem der einzelnen Theile mit entgegengesetztem Zeichen; sie **können**[3] sich demnach aufheben, was an einzelnen Instrumenten wirklich erreicht ist.

Meistens aber ist eine Temperaturcorrection anzubringen, die oft nicht unbedeutend ist; sie ist bald negativ wie beim Quecksilberbarometer, bald positiv. Das letztere scheint häufiger zu sein.

Das Instrument von Lerebours und Secretan No. 165. und das Aneroid von Hohnbaum wurden in ein Luftbad gebracht, das auf 92,5° C. erwärmt war.

		An. Secr.	An. Hohnb.
Vor dem Versuche standen bei	16,4° C.	761,2	760,8
Im Luftbade bei	92,5° C.	765,7	735,7
Differenz	76,1° C.	+4,5	−25,1
Temperaturcorrection für 1° C.		−0,059	+0,33

Für das letztere Instrument wurde die Temperaturcorrection auch bei einem Barometerstande von 500 M.M. am Theodulpasse 3353 M. 10322′ bestimmt, allerdings bei einem geringeren Temperaturunterschiede.

Am 29. August 1851 stand das Aneroid (nach einem Aufenthalte von 24 Stunden auf der Passhöhe), während der Barometerstand 500,5 bis 500,8 M.M. betrug,

---

zweitenmale in dieselbe Lage gebracht, nicht genau auf den nämlichen Stand zurück. Die Abweichungen betrugen auch hier wie bei den kleinen Erschütterungen oft 3 bis 4 Zehntel-M.M.

1) Auf die Vortheile einer Vorrichtung zur Auslösung und Befestigung des Zeigewerkes hat bereits Erman in seinem Aufsatze „Ueber den Gebrauch des sogenannten Aneroidbarometers" hingewiesen. Arch. wiss. Kunde Russlands 1851. Bd. IX. S. 22.

2) Die Veränderungen in der Länge der einzelnen Hebel und in der Kette sind so unbedeutend, dass sie keinen merkbaren Einfluss auf die Angaben des Aneroides ausüben.

3) Um die Temperaturcorrection möglichst klein zu machen, kann man z. B. bei der Anfertigung des Aneroides so verfahren: Bei einem beliebigen Stande des Zeigers, der etwa dem äusseren Luftdrucke ohne Verdünnung entspricht, wird die Temperatur des Instrumentes um 20 bis 30° erhöht. Aendert sich jetzt der Stand des Zeigers, so wird die Feder etwas gerückt und dadurch die Länge des grösseren Hebelarmes verändert. Ist diese Veränderung nur etwas gross, so muss dann auch die Spindel, auf welche sich die Kette aufrollt, etwas verändert werden.

a. um 1^h p. m. im Freien bei einer Lufttemperatur von
+0,5° C. Aneroid 500,1 M.M.
b. um 1^h 30' p. m. nach einem Verweilen von einer halben Stunde im Zelte bei +10,1° C. „ 497,5 „
c. um 2^h nach einem halbstündigen Verweilen im Freien bei +1,0° C. „ 500,2 „

Aus a. und b. ergiebt sich für einen Unterschied von 9,6° C. 2,6 M.M.; 1° C. = Corr. +0,27 M.M.

Aus b. und c. für einen Unterschied von 9,1° C. 2,7 „ ; 1° C. = „ +0,29 „

Das Mittel aus beiden ist nur wenig höher als jenes, welches durch die Erwärmung im Luftbade gefunden worden war. Es zeigte sich demnach für das Aneroid die Temperaturcorrection, wie zu erwarten, vom Barometerstande unabhängig. Die Differenzen kamen zunächst daher, dass bei kleineren Temperaturunterschieden die Fehler der Ablesung, deren Grösse stets dieselbe bleibt, einen bedeutenderen Einfluss haben, als bei grossen Temperaturunterschieden.

In Beziehung auf die Temperaturcorrection untersuchte ich noch folgende zwei Aneroidbarometer (von Hohnbaum):

ein Aneroid im phys. Cabinet des Königl. Cadettenhauses (= C.),
ein Aneroid, das Herr von Plana in Turin erhielt (= P.).

Das erstere hatte eine Scala von 26" 7,5‴ bis 29" 4,5‴; das zweite mit einer Scala von 790 bis 370 M.M. war zugleich mit einem Thermometer versehen. Das Thermometer an diesem Aneroidbarometer diente zur Temperaturbestimmung für beide Instrumente, die ich gleichzeitig untersuchte.

Sie hatten beide eine Nacht in einem sehr gleichmässig erwärmten Zimmer gestanden, und wurden dann in ein geräumiges Luftbad gebracht, was auf 49° C. erwärmt war. Dort blieben sie nahe ½ Stunde.

Ich erhielt dabei folgende Aneroidablesungen:
(Im Laboratorium: Barometerstand auf 0 reducirt 757,9; Lufttemperatur 10,2° C.)

Aneroid P.	bei 9° C.	758,6 M.M.
	„ 47° C.	736,0 „
Aneroid C.	bei 9° C.	28" 1,5‴ = 761,3 M.M.
	„ 47° C.	27" 1,5‴ = 734,3 „

Die Temperaturcorrection für 1° C. beträgt demnach
für P. +0,6 M.M.
„ C. +0,7 „ (oder 0,4‴ für 1° R.).

Auf der Sternwarte zu Berlin wurde von Herrn Dr. Brünow ein Aneroidbarometer von Secretan und Lerebours vom 1. Januar bis 31. December 1852 jeden Mittag mit dem Barometer verglichen. Herr Dr. Brünow hatte die Güte mir die Ablesungen mitzutheilen, und zugleich auf meine Bitte die folgende Bestimmung

der Temperaturcorrection zu berechnen, wofür ich demselben hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

Die Tabelle der mittelbaren Beobachtungen enthielt folgende Spalten:

1. Die Temperatur des Zimmers, in welchem das Aneroid und das Barometer sich befanden.
2. Den auf 0° reducirten Barometerstand.
3. Die Ablesung des Aneroids ohne Temperaturcorrection und den Unterschied vom wahren Luftdrucke.

Das Mittel aus den Beobachtungen vom 24. Februar bis 3. März ergab:

für 1,1° R. als Correction für das Aneroid +1,98‴,

das Mittel aus den Beobachtungen vom 11. bis 21. Juli:

für 21,0° R. als Correction für das Aneroid +0,40.

Daraus ergäbe sich als Correction für das Aneroid in Linien für Réaumur'sche Grade

$$+2''',07 \;-0''',08t.$$

Um zu sehen, wie diese Formel mit den unmittelbar beobachteten Abweichungen stimmte, wurden folgende Mittelwerthe berechnet:

Bestimmung der Temperaturcorrection für ein Aneroidbarometer der Sternwarte.

Temperatur ° R.	Aneroid. P. L.	Correction. P. L.	Verbessertes Aneroid. P. L.	Barometer. P. L.	Unterschied. P. L.
+1,92	333,81	+1,92	335,73	334,63	+0,10
+3,22	333,52	+1,81	335,33	335,20	+0,13
+6,71	333,24	+1,53	333,77	333,73	+0,04
+9,61	333,41	+1,30	334,71	334,65	+0,06
+15,81	333,06	+0,81	333,87	333,79	+0,08
+20,95	333,60	+0,39	333,99	334,00	−0,01

Da schon bei diesem ersten Versuche, die Correction annähernd zu bestimmen, die Fehler so klein waren, wurde die Methode der kleinsten Quadrate hier nicht angewandt. Man sieht sogleich, dass man an die obige Formel die Correction −0,12 +0,006t anzubringen hat, um eine gute Uebereinstimmung zu erhalten.

Die Correctionsformel wird dann für das Aneroid der Sternwarte

$$+1''',95 \;-0''',074\,t$$

wobei 1,95‴ die mittlere Abweichung des auf 0 reducirten Aneroides bedeutet.

Verbessert man damit die Angaben des Aneroides, so bleiben für die angegebenen 6 Mittelwerthe nur die folgenden unbedeutenden Abweichungen vom Stande des Barometers:

−0,01‴
+0,03
−0,04

0,00
+0,05
0,00

Die Scala bedarf bei jedem Instrumente einer speciellen Untersuchung und Vergleichung mit dem direct beobachteten Luftdrucke.

Wäre die Veränderung in der Ausdehnung der Dose und der Metallfeder dem Luftdrucke proportional, so liesse sich leicht eine Scala aus den Dimensionen und aus der gegenseitigen Stellung der Hebel für jedes Instrument berechnen. Allein eine bestimmte Grösse in der Aenderung des Luftdruckes bringt nicht in allen Theilen der Scala eine gleiche Veränderung im Stande des Instrumentes hervor.

Die Elasticität der Büchse und der Spirale ändert sich etwas, je nachdem sie bereits comprimirt sind; da aber die gleichzeitige Veränderung in beiden sich entgegenwirkt, so wird die daraus resultirende Abweichung nicht sehr bedeutend.

Auch jene Theile, welche die verticale Bewegung in die rotirende verwandeln, wirken nicht bei allen Stellungen des Zeigers gleichmässig. Die Art der Anheftung der Kette an das Hebelwerk bewirkt, dass sich auf eine cylindrische Spindel für den gleichen Unterschied des Luftdruckes bei einem sehr niedrigen Barometerstande ein grösseres Stück der Kette aufrollt, also der Zeiger einen verhältnissmässig grösseren Weg zurücklegt, als bei einem niedrigen Barometerstande.

Die Grösse dieses Unterschiedes, oder, was dasselbe ist, die Grösse der Bewegung des Zeigers, welche einer bestimmten Einheit des Luftdruckes in den verschiedenen Theilen der Scala entspricht, liesse sich zwar annähernd aus den Maschinentheilen berechnen; aber es ist schwer, bei dem bereits zusammengefügten Instrumente die Längen der einzelnen Theile und der Winkel, die sie bilden, mit hinlänglicher Schärfe direct zu messen; es ist daher vorzuziehen, die Correctionen empirisch durch unmittelbare Vergleichung mit dem Barometer zu bestimmen. Durch dieses Verfahren ist dann zugleich der Einfluss der Elasticitätsveränderung mit eingeschlossen.

Es ist demnach am zweckmässigsten, die auf dem Aneroid selbst angebrachte Theilung nur als eine provisorische Scala zu betrachten, und die Angaben des Luftdruckes durch directe Vergleichung mit dem Barometer zu bestimmen.

Man kann zu diesem Zwecke entweder das Aneroid unter eine Luftpumpe bringen, mit welcher zugleich ein Barometer verbunden ist, wobei man die Verdünnung längere Zeit zu erhalten sucht, um sicher zu sein, dass das Aneroid dem wahren Luftdrucke entspricht; oder man macht die Vergleichung mit dem Barometer in verschiedenen Höhen.

Indem ich die zuletzt genannte Methode befolgte, erhielt ich die folgenden

1) Vergl. die folgenden Bemerkungen über die verhältnissmässig zu langsamen Veränderungen einzelner Instrumente bei rascher Veränderung des Luftdruckes.

Correctionen. Um sicher zu sein, dass das Aneroid bereits seinen niedersten Stand angenommen hatte, wurden nur solche Punkte aufgenommen, in denen das Instrument bereits 24 Stunden gestanden hatte, obwohl schon nach 12 Stunden keine Veränderung mehr beobachtet wurde.

Das hier untersuchte Aneroid von HOHNBAUM war die ganze Peripherie in 360° getheilt, wobei zugleich ein Grad der gewöhnlichen Kreistheilung einem Unterschiede des Druckes vom 1 Millimeter unter der Voraussetzung einer gleichmässigen Veränderung entsprechen sollte. Der Anfangspunkt der Theilung war mit 760 M.M. bezeichnet. Die Zahl 400 M.M. erreichte demnach der Zeiger nach einem vollen Umlaufe; sie fällt hier mit dem Anfangspunkte der Theilung zusammen.

Um Verwechselungen zwischen der getheilten Scala und den entsprechenden Werthen des Luftdruckes zu vermeiden, sind im Folgenden die unmittelbar auf der Scala abgelesenen Angaben bezeichnet 400+n Grade, wobei n die Grade der Kreistheilung von 360 bis 0 bedeutet. Sind die Angaben des Aneroides als Millimeter zwischen 760 und 400 angeführt, wie z. B. oben bei der Bestimmung der Temperaturcorrection geschah, so ist darunter nicht eine um die Zahl 400 erhöhte Ablesung der Grade, sondern jener Werth verstanden, welcher nach der folgenden Tabelle, den wahren Luftdruck ausdrückend, einer bestimmten Stelle der Gradtheilung entspricht.

Theilung eines Aneroidbarometers mit dem entsprechenden Luftdrucke verglichen.

Scala.	Entsprechender Luftdruck.	Correction der Scala.	Scala.	Entsprechender Luftdruck.	Correction der Scala.
400+360	760,0 M.M.	0 M.M.	400+180	574,0 M.M.	−6,0 M.M.
340	740,0	0	160	553,5	−6,5
320	720,0	0	140	533,0	−7,0
300	699,0	−1,0	120	513,0	−7,0
280	677,0	−3,0	100	492,5	−7,5
260	656,0	−4,0	80	472,5	−7,5
240	635,5	−4,5	60	452,0	−8,0
220	615,0	−5,0	40	432,0	−8,0
200	594,5	−5,5	20	411,5	−8,5

Die Vergleichungen, auf welchen die angeführten Correctionen beruhen, sind in folgender Tabelle enthalten; die Abweichungen zeigen zugleich, dass ein Fehler von ½ M.M. ungeachtet aller Sorgfalt der Ablesungen kaum zu vermeiden ist.

Ablesungen zur Bestimmung der wahren Scala des Aneroidbarometers.

Aner. Hohnbaum. — 1851.

1. Luftdruck 730 bis 710 M. M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Lindau	Juli 23.	719,5	400+319,5	(gleich eingestellt)
Zürich	„ 26.	724,6	325,2	– 0,6
Art	„ 27.	728,7	328,3	+ 0,4
Bern	August 1.	713,8	313,3	+ 0,5
Moutiers	September 26.	716,3	316,4	– 0,1
„	„ 28.	713,2	313,1	+ 0,1
Suza	October 3.	715,0	315,5	– 0,5

Corr. = 0

2. Luftdruck 710 bis 700 M. M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Zweilütschinen . . .	August 5.	707,4	400+309,0	– 1,6
Chatillon	„ 30.	709,6	310,5	– 0,9
St. Vincent	September 21.	704,5	305,9	– 1,4
Grand-Coeur . . .	„ 25.	709,4	309,8	– 0,4
Petit-Coeur	„ 25.	699,0	700,3	– 1,3

Corr. = – 1,2

3. Luftdruck 650 M. M.

(Zwischen die Beobachtung vom 2. und 19. September fällt der 14tägige Aufenthalt auf der Vincenthütte.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Gressoney St. Jean 1370 M. 4218 P. F.	August 31.	650,0	400+253,9	– 3,9
	September 2.	652,2	256,6	– 4,4
	„ 19.	644,5	248,2	– 3,7
	„ 19.	645,2	249,3	– 4,1

Corr. = – 4,0

4. Luftdruck 630 M.M.

(Zwischen 21. und 25. August war das Aneroid auf den Gipfel des Monte-Rosa gebracht.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Zermatt 1625 M. 5086 P.F.	August 20.	631,5	400+236,6	–5,1
	„ 20.	630,8	235,2	–4,4
	„ 21.	630,8	234,8	–4,0
	„ 25.	630,0	234,3	–4,3
	„ 26.	632,3	237,3	–5,0
				Corr. = –4,6

5. Luftdruck 620 M.M.

(Das Aneroid war am 27. Juli Abends bereits auf dem Gipfel des Rigi.)

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Rigiculm 1800 M. 5541 P.F.	Juli 28.	618,5	400+223,9	–5,4
	„ 28.	618,5	223,6	–5,1
				Corr. = –5,3

6. Luftdruck 520 M.M.

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Vincenthütte 3162 M. 9734 P.F.	September 4.	519,4	400+126,4	–7,0
	„ 6.	524,1	131,2	–7,1
	„ 7.	522,9	129,5	–6,6
	„ 8.	523,5	130,3	–6,8
	„ 9.	523,2	130,9	–6,7
	„ 10.	526,8	134,3	–7,5
	„ 11.	526,4	133,3	–6,9
	„ 12.	526,0	133,0	–7,0
	„ 14.	526,5	133,8	–7,3
	„ 15.	527,8	133,9	–6,1
				Corr. = –6,9

7. Luftdruck 505 M.M.

(Das Aneroid war am 27. August um 2h auf die Passhöhe gebracht worden. Der Barometerstand ist aus der Temperatur des siedenden Wassers abgeleitet (vergl. S. 46, 47).)

		Barom.	Aner.-Scala.	b – a
Matterjoch oder St. Theodulpass 3353 M. 10322 P.F.	August 28.	509,6	400+117,2	–7,6
	„ 28.	507,5	115,4	–7,9
	„ 29.	500,0	107,0	–7,0
				Corr. = –7,5

Aendert sich der Luftdruck, dem ein Aneroidbarometer ausgesetzt ist, etwas rasch, so geschieht es bei einigen Instrumenten, dass sie etwas zu langsam folgen, und bisweilen eine merkliche Zeit bedürfen, um sich dem Luftdrucke anzuschliessen. Der Unterschied wird bei manchen Instrumenten sehr gross, wenn bei rascher Verdünnung der Luft ein Aneroidbarometer unter der Luftpumpe mit einem Quecksilberbarometer verglichen wird; bei einigen Instrumenten jedoch zeigte sich die Empfindlichkeit so gross, dass sie auch unter der Luftpumpe den Veränderungen des Luftdruckes sich sehr gut anschliessen. Jedenfalls dürfte es zu empfehlen sein, bei der Bestimmung der Grösse der Scalentheile, bei welcher gewöhnlich wiederholt Ablesungen unter der Luftpumpe als Anhaltspunkte dienen, zu versuchen, ob das betreffende Instrument den Veränderungen des Luftdruckes hinlänglich rasch folgt, oder ob nach längerem Verweilen unter der Luftpumpe der Stand des Aneroids sich allmählich noch etwas erniedrigt.

Als Beispiel für die Grösse, welche diese Differenzen bei einem sonst recht guten Aneroid bei Beobachtungen in verschiedenen Höhen erreichten, folgen hier einige Vergleichungen des Aneroids mit dem Quecksilberbarometer. Der Stand des Aneroids ist nach der Corrections-Scala der Tabelle S. 436 angegeben, um die Abweichungen unmittelbarer vergleichen zu können. Es zeigt sich im Allgemeinen sehr deutlich, dass ein zu hoher Stand eintrat, wenn das Aneroid rasch in die Höhe gebracht wurde; in einigen Fällen, wo das Aneroid auch auf dem höheren Orte einige Zeit verweilte, zeigte sich beim Herabgehen eine entsprechende Abweichung, nämlich ein zu niedriger Stand des Aneroidbarometers, oder wenigstens eine auffallende Verminderung der früheren, negativen Correction.

Beobachtungen des Aneroids bei ziemlich rascher Veränderung des Luftdruckes.

	Höhe.		1851.		Aneroid.	Barom.	Corr.
	Meter.	Par. F.			M. M.	M. M.	M. M.
1ste Reihe.							
Unterer Grindelwaldgl.	998	3065	6. August	9h 45′ a. m.	679,9	679,6	− 0,3
Hasli-Scheideck . . .	1958	6028	„	6h 40′ p. m.	612,3	609,9	− 2,4
Rosenlaui	1337	4117	„	8h 0′ p. m.	654,7	654,0	− 0,7
2te Reihe.							
Rosenlauigletscher . . .	1539,2	4738,5	7. August	7h 0′ a. m.	637,9	638,0	+ 0,1
Urbachsattel	2547,1	7841,1	„	2h 0′ p. m.	570,0	567,7	− 2,3
Fleschenhütte	1873,8	5769,1	„	7h 45′ p. m.	611,0	612,8	+ 1,8
3te Reihe.							
Grimselhospiz	1879	5784	13. August	8h 0′ a. m.	613,9	614,4	+ 0,5
Oberaarsattel	3264	10048	„	4h 10′ p. m.	524,5	521,6	− 2,9
Rothsattel	3330,4	10252,5	14. August	4h 35′ a. m.	513,8	514,1	+ 0,3
Ende des Viescherg1. .	1359	4184	„	5h 0′ p. m.	648,8	651,2	+ 2,4
4te Reihe.							
Zermatt	1652	5086	21. August	9h 0′ a. m.	631,2	630,8	− 0,4
Augstkummhütte . . .	2216,2	6822,3	„	12h 10′ p. m.	595,0	592,0	− 3,0
Gadmen	2752,9	8474,6	„	6h 0′ p. m.	554,6	553,8	− 0,8
Monte-Rosa; H. Sp. . .	4640	14284	22. August	12h 20′ p. m.	440,1	438,2	− 1,9
Monte-Rosa; Sattel . .	4527,6	13938,0	„	1h 50′ p. m.	444,2	443,9	+ 0,3
5te Reihe.							
Vincenthütte	3162	9734	12. September	6h 0′ a. m.	526,2	526,0	− 0,2
Vincentpyramide . . .	4224	1300,3	„	1h 0′ p. m.	462,0	459,8	− 2,2
Terrasse im Lysgletsch.	3755,2	11560,2	„	4h 20′ p. m.	489,8	490,2	+ 0,4
Vincenthütte	3162	9734	„	7h 0′ p. m.	525,8	525,5	− 0,3
6te Reihe.							
Courmayeur	1249	3845	23. September	6h 20′ a. m.	657,7	658,0	+ 0,3
Plan de l'Allée blanche	2145,9	6606,0	„	10h 45′ a. m.	593,1	590,0	− 3,1
Col de la Seigne . . .	2529	7786	„	2h 10′ p. m.	563,0	561,9	− 1,1
Chapiu	1561	4805	„	8h 45′ p. m.	633,1	633,6	+ 0,5

	Höhe.		1852.		Aneroid.	Barom.	Corr.
	Meter.	Par. F.			M. M.	M. M.	M. M.
7te Reihe.							
Partenkirchen	698,7	2151	4. September	2h 0' p. m.	701,9	702,0	+0,1
Kuhflucht	1118,9	3444,3	„	6h 40' p. m.	671,8	669,4	−2,4
Partenkirchen	698,7	2151	„	10h 30' p. m.	702,2	702,4	+0,2
8te Reihe.							
Garmisch	690,3	2125	7. September	7h 30' a. m.	702,6	702,3	−0,3
Ening-Alpe	1244,9	3832,3	„	4h 15' p. m.	634,5	633,7	−0,8
Steppberg-Alpe	1589,6	4893,7	8. September	7h 0' a. m.	629,4	630,2	+0,6
Kramer	1977	6085	„	12h 15' p. m.	698,9	601,5	−2,6
Garmisch	690,3	2125	„	5h 45' p. m.	701,0	700,9	−0,1
9te Reihe.							
Hinterangerhütte . . .	1358,5	4182	10. September	4h 45' a. m.	646,3	645,9	−0,4
Quelle Gutes Wasser .	2050,4	6312,0	„	6h 45' a. m.	595,9	593,9	−2,0
Zugspitze	2954	9094	„	11h 30' a. m.	535,0	532,2	−2,8
Quelle Gutes Wasser .	2050,4	9094	„	4h 0' p. m.	593,3	593,5	+0,2
Hinterangerhütte . . .	1358,5	4182	„	6h 0' p. m.	645,5	645,6	+0,1
Hinterangerhütte . . .	1358,5	4182	11. September	1h 50' p. m.	643,7	643,3	−0,4

Um zu untersuchen wie sich das Aneroidbarometer bei weit rascherer Veränderung des Luftdruckes verhält, wurde dasselbe unter die Glocke einer Luftpumpe gebracht, mit der ein Barometer verbunden war.

Ich benützte dabei die Luftpumpe des Herrn Professor Riess, der zugleich die Güte hatte das Aneroid abzulesen, während von mir das Quecksilberbarometer abgelesen wurde.

Zwischen dem Anfange eines jeden Versuches bis zum Momente der grössten Verdünnung verstrichen 10 bis 15 Minuten.

1. Versuche am 30. Juni 1851[1]. Es sind dies Mittel aus 3 Ablesungen. In der

---

1) Für ein anderes Aneroid von Secretan und Lerebours No. 619. (das Herr von Bibra mir gab), welches im April und Mai 1851 zu Berlin verglichen wurde, betrug unter der Luftpumpe bei 630 M.M. die Correction −8,5; bei noch tieferem Stande des Barometers veränderten sich die Differenzen sehr rasch, weil sich die Kette, wie man beim Oeffnen des Instrumentes sah, von jetzt ab nicht mehr um die Welle allein schlang, sondern auch einzelne ihrer eigenen Glieder bedeckte. Als der Stand von 612 M.M. erreicht war, hörte das Fallen des Aneroidbarometers fast plötzlich auf, obwohl an dem vorliegenden Instrumente die Scala die ganze Peripherie einnimmt und von 790 M.M. bis 570 M.M. be-

der vorletzten Spalte fügte ich den Luftdruck bei, der nach den später gemachten Vergleichen an Punkten von verschiedener Höhe den Angaben des Aneroides entspricht. In der ersten Spalte sind die Grade der Kreistheilung des Aneroides angegeben.

Vergleich eines Aneroides mit dem Barometer unter der Luftpumpe.

Theilung des Aneroides.	Beobachteter Barometerstand. B.	Barometerstand, der dem Aneroide entspricht. A.	Correction. Barom - Aner.
0°	760 M.M.	760 M.M.	– 0 M.M.
20	738	740	2
40	717	720	3
60	695	699	4
80	672	677	5
100	651	654	3
120	630	633	3
140	609	613	4
160	588	595	7
180	567	576	9
200	547	556	9
220	526	537	11
240	506	517	11
260	488	500	12
280	471	482	11
300	456	466	10
320	440	452	12
340	420	432	12
360	413	—	—

Diese Unregelmässigkeit hängt wohl damit zusammen, dass das Barometer gerade hier sehr schwer abzulesen war, da es von dem Gestelle der Luftpumpe theilweise verdeckt war.

2 a. Wenn man bei den obigen Versuchen nach der stärksten Verdünnung die Luft nicht rasch in die Glocke einströmen liess, sondern wenn dieses Einströmen unterbrochen wurde, so konnten auch während des Zutrittes der Luft Ablesungen gemacht werden. Da das Einströmen so nahezu dieselbe Zeit erforderte, als das vorhergegangene Auspumpen, ergaben die Ablesungen für gleiche Verdünnungen ziemlich gleichen Stand, es mochten die Ablesungen unter der Glocke während des Verdünnens der Luft oder während des allmähligen Verdichtens derselben gemacht sein.

b. Vor den Versuchen unter der Luftpumpe stand das Aneroidbarometer, auf 0

ziffert ist. Bei einer Verdünnung unter 612 M.M. berührte ein Metallstück des Winkelhebels den Boden des Aneroides und verhinderte so die weitere Bewegung des Zeigers.

reducirt, auf 751,4, nach den Versuchen auf 751,8. Der Luftdruck hatte sich während dieser Zeit nur wenig verändert. Er war um 0,3 M.M. gefallen. Man kann also, wenn man die schon früher angeführte Amplitude in der Ablesung des Aneroidbarometers berücksichtigt, annehmen, dass dasselbe durch die Versuche seinen ursprünglichen Stand nicht merklich geändert hatte.

Da zugleich in beiden Fällen, es mochte die Luft nach der Verdünnung nur theilweise, oder ganz auf die ursprüngliche Dichtigkeit zurückgebracht werden, die Zeit, während dieses geschah, der vorher bewirkten Verdünnung ziemlich gleich war, so liess sich dieses Resultat ohnehin erwarten.

Während der Verdichtung musste das Aneroidbarometer gegenüber dem wirklichen Luftdrucke in demselben Grade langsamer steigen, als es vorher bei der Verdünnung langsamer gefallen war; und es musste daher jedesmal für gleiche Dichtigkeit auf denselben Stand zurückkommen.

3. Um sicher zu sein, dass das Aneroid unter der Luftpumpe vom Barometer nur deshalb differirte, weil es sich langsamer veränderte, liess ich das Aneroid in einem verdünnten Raume 48 Stunden stehen[1].

Die ursprüngliche Verdünnung betrug am 6. August 1852 $12^h\ 20'$ p.m. 582 M.M. Das Aneroid stand unmittelbar nach dem Auspumpen auf

195 Grad = 591 M.M.;

es stand also um 9 M.M. zu hoch, was mit den früheren Versuchen unter der Luftpumpe sehr gut übereinstimmt.

Am 8. August 11^h, also nach 47 Stunden, war durch allmähliges Eindringen der Luft der Stand des Barometers von 582 auf 680 M.M. gestiegen. Das Aneroid stand auf

682,6 Grad = 679,6 M.M.

Es hatte sich also, wie dies auch bei längerem Verweilen in grösseren Höhen der Fall ist, mit dem Luftdrucke so genau als zu erwarten war in das Gleichgewicht gesetzt.

Allmählige Veränderungen nach längerer Zeit. Nach längerer Zeit scheinen die meisten Aneroidbarometer immer etwas höher zu stehen, als unmittelbar nach der Anfertigung.

Das Aneroid der Berliner Sternwarte zeigte diese Erscheinung, die auch an mehreren anderen Instrumenten beobachtet wurde, sehr entschieden.

Die Correctionen desselben waren:

1) Dieser Versuch wurde am 6. bis 8. August 1852 mit einer Luftpumpe des Herrn Professor Rose gemacht.

Januar 1. bis 10.

Aneroid { Ablesung 334,41‴
Temp.-Corr. −0,09‴
Auf 0 reducirt 334,45‴
Barometer auf 0 reduc. 334,74‴

Unterschied zwischen Barometer und Aneroid = +0,29‴

December 21. bis 31.

Aneroid { Ablesung 337,42‴
Temp.-Corr. −0,34‴
Auf 0 reducirt 337,08‴
Barometer auf 0 reduc. 336,10‴

Unterschied zwischen Barometer und Aneroid = −0,98‴

Für die mittlere Zeit der Beobachtungsreihe stimmt das Resultat sehr gut mit der schon angegebenen Formel. Ich führe als Beispiel folgende Beobachtungen an.

Juli 1. bis 10.

Aneroid { Ablesung 336,82‴
Temp.-Corr. −1,27‴
Auf 0 reducirt 335,55‴
Barometer auf 0 reduc. 337,51‴

Unterschied zwischen Barometer und Aneroid = +1,96‴
(Mittlere Abweichung nach der Formel S. 434 = +1,95‴)

Um zu untersuchen, ob das Aneroid H. sich während der Reise nicht merklich geändert hatte, wurde es auch in Turin und Suza wiederholt verglichen.

Folgendes waren die Ablesungen:

				Barom.	Aneroid.	Bar.-Aner.
3.	October	12h	Suza	714,3 M.M.	715,2 M.M.	−0,9 M.M.
3.	„	7h p. m.	Suza	715,0	715,9	0,9
6.	„	12h	Turin	737,0	737,4	0,4
8.	„	12h	Turin	737,6	738,9	1,3
9.	„	12h	Turin	737,0	738,0	1,0
9.	„	3h 30′ p. m.	Turin	737,6	738,8	1,2

Es scheint demnach das Instrument während der Zeit vom Juli bis October etwas gestiegen zu sein. Die Differenz betrug aber im Mittel nicht ganz 1 M.M.; würde man sie der Zeit nach gleichmässig vertheilen, so würden die daraus abgeleiteten Correctionen so klein werden, dass sie wohl weggelassen werden können; um so mehr, da zwei unmittelbar nach einander gemachte Ablesungen ohnehin stets etwas differiren[1].

1) Die Siedepunkte des Wassers ändern sich, ähnlich wie die berechneten Höhen, bei grossen Erhebungen rascher als der Druck der Luft; die Abweichung ist eine solche, dass man, im Allgemeinen, unter einer Voraussetzung der Temperaturabnahme von 540 P.F. für 1° C., die Höhendifferenzen für annähernde Bestimmungen den Temperaturdifferenzen direct proportional setzen darf. 1° C. Unterschied fanden wir aus unseren thermobarometrischen Beobachtungen einem Höhenunterschiede von 950 P.F. entsprechend. Auf unseren Aneroidbarometern ist demnach ausser der Millimeterscala auch eine Scala für die entsprechende Temperatur des siedenden Wassers angebracht, welche es möglich macht, die ge-

Folgendes sind die Abhandlungen, in denen Angaben über die Construction des Aneroids oder über Beobachtungen mit demselben enthalten sind:

VIDI. Baromètre construit sur un nouveau principe. C. R. 24. p. 860. 1847.
(Vergl. CONTE luftleere Büchse, 1798 vorgeschlagen, aber sehr unvollkommen. BULL. des sciences. an VI Flor. p. 106.)
PILAAR. Tydschr. v. Wis. en Natwet. II. S. 147. Vergleichungen mit Barometer.
J. DENT. On the use of the aneroidbarometer. London 1848.
THOMSON. Introduction to meteorology. S. 447 bis 452.
A. ERMAN. Ueber den Gebrauch des sogenannten Aneroidbarometers. Archiv wiss. Kunde Russlands 1850. Bd. IX. S. 20 bis 32.
PATTON. Remarks on the aneroid Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 52.
PHIL. YORKE. Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 35–42.
Dr. BUIST. Lond. geogr. Soc. 1851. Vol. XXI. p. 42–57.
M. E. BOURDON. Manomètres et baromètres métalliques sans mercure. Paris 1851.
J. H. BELLEVILLE. Mercurial and Aneroid Barometer. Lond. 2d ed. 1853.

---

näherten Resultate unmittelbar aus der Differenz der Ablesungen an der oberen und an der unteren Station abzuleiten.

CAP. XIII.

BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE ATMOSPHÄRISCHE FEUCHTIGKEIT.

INHALT.

1. Bestimmungen der Wassermenge in Haufenwolken.

Obwohl die Witterungsverhältnisse während unseres Aufenthaltes auf der Vincenthütte im Allgemeinen sehr günstige gewesen sind, und besonders in den tieferen Lagen, in Turin, Bern, Genf, stets geringe Bewölkungen angegeben waren, so bewirkte doch die bedeutende Höhe dieses Beobachtungspunktes, dass wir uns Mittags gewöhnlich in der Region der Haufenwolken befanden. Mittags war die Luft gewöhnlich auch dann dem Sättigungsgrade sehr nahe, wenn wir die Wolken nicht in unserer unmittelbarsten Nähe hatten.

Wir benützten die Regelmässigkeit, mit welcher die Wolken sich zeigten, und sehr häufig mehrere Stunden fast ohne Unterbrechung uns in Nebel einhüllten, um durch directe Wägung die Wassermenge zu bestimmen, welche sie enthielten. Diese Wägungen wurden gleichzeitig mit jenen gemacht, die mein Bruder Adolph zur Bestimmung der Kohlensäure ausführte. Der Aspirator, die Wage und Gewichte waren dieselben, wie bereits Seite 176 angegeben. Durch diese Bestimmungen erhielten wir direct das Gewicht der gasförmig in der Atmosphäre verbreiteten Feuchtigkeit und jenes der Nebelmasse. Um die erstere allein zu bestimmen, wurden gleichzeitig Psychrometer-Beobachtungen gemacht; sie sind in Versuch 4. u. 5. mit Wägungen bei nebelfreier Atmosphäre verglichen und stimmen, wenigstens für die hier zu untersuchenden Verhältnisse, hinlänglich gut[1].

Die Haufenwolken, welche sich an heiteren Sommer- und Herbsttagen über den Ebenen bilden, scheinen nach diesen Wägungen verhältnissmässig nicht sehr viel

1) Vergl. Regnault's sorgfältige Prüfung des Psychrometers, Institut 19. Juni 1853 und Annales de Chimie. Es zeigte sich bei diesen sehr genauen und sorgfältigen Untersuchungen, dass leider das Psychrometer, besonders bei heftigen Winden u. s. w., nicht die vollkommenste Genauigkeit bietet.

Wasser zu enthalten; es zeigt dies zugleich, warum diese Wolken so rasch sich auflösen, wenn sie bei dem abendlichen Niedersinken wärmere Luftschichten erreichen.

Erste Beobachtung.

5. September 3^h 30′ bis 7^h 30′ p. m.

Witterungsverhältnisse. Ziemlich starker Ostwind; der Beobachtungspunkt war beständig von einer sehr dichten Wolkenschicht eingehüllt; Boden sehr feucht.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

4^h p.m.	523,6 M.M.	6^h p.m.	522,9 M.M.
5^h	523,3	7^h	522,0

Mittel 523,0 M.M.

Ablesungen am Psychrometer.

	T.	N.		T.	N.
4^h p.m.	5,6° C.	5,6° C.	6^h p.m.	2,8° C.	2,8° C.
5^h	4,2	4,2	7^h	2,0	1,9

Mittlere Temperatur 3,7° C.

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 20950 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren. (r_1, r_2)

Vor dem Einströmen. Grm.	Nach dem Einströmen. Grm.	Zunahme. Grm.
r_1 24,209	r_1 24,371	r_1 0,162
r_2 35,809	r_2 35,818	r_2 0,009
		0,171

Sättigungsgrad der Luft.

4^h p.m.	100	6^h p.m.	100
5^h	100	7^h	98

Mittel 100

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 523,0 M.M. Barometerstand und 3,7° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet = (F) . . . . 4,33 Grm.

Gesammtgewicht des Wassergehaltes der Luft in 1 Cubikmeter aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet . . 8,16 Grm.

Gewicht des suspendirten flüssigen Wassers in 1 Cubikmeter Luft dieser Wolkenmasse (W—F) . . . . 3,83 Grm.

Zweite Beobachtung.

6. September 8^h a. m. bis 12^h.

Witterungsverhältnisse. Auch bei diesem Versuche befand sich das Instrument beinahe stets in einer dichten Wolkenmasse, welche bereits bei unserer

ersten Morgenbeobachtung um 6^h a. m. den Col delle Piscie und unsere Hütte umgab und die Aussicht nach jeder Seite verhinderte. Zwischen 8 und 9^h war eine kleine Unterbrechung des Nebels, welche 20 Minuten anhielt; um 10^h 30′ begann ein feiner Regen, der bald nach 11^h mit kleinen Schneeflocken vermischt war. Ueber der Einströmungsöffnung des vordersten Chlorcalcium-Röhrchens war ein kleines Dach von dünnem Kupferbleche angebracht, das 5 Ctm. über die Oeffnung hervorragte; ich suchte dadurch zu verhindern, dass Regentröpfchen oder Schneeflocken mit eingesogen würden; es giebt demnach diese Messung, wie die vorhergehende, nur die gasförmige Feuchtigkeit der Atmosphäre und die in derselben vertheilte Nebelmasse. Wind: Nordost; sehr schwach; er bewirkte nur eine geringe Abweichung des Regens von der Verticalen. Die Oeffnung des Apparates war nach Südwesten, gegen das Corno del Camozzo gerichtet, um ein mechanisches Einführen von Regentröpfchen durch die Gewalt des Windes möglichst zu vermeiden.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

8^h a. m.	524,1 M. M.	12^h 524,3 M. M.
10^h	524,1	

Mittel 524,2 M. M.

Ablesungen am Psychrometer.

	T.	N.		T.	N.
8^h a. m.	2,0° C.	1,2° C.	12^h	3,3° C.	3,3° C.
10^h	3,0	3,0			

Mittlere Temperatur 2,8° C.

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 15800 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen. Grm.	Nach dem Einströmen. Grm.	Zunahme. Grm.
r_1 24,371	r_1 24,459	r_1 0,088
r_2 35,818	r_2 35,839	r_2 0,021
		0,109

Sättigungsgrad der Luft.

8^h a. m.	85	12^h 100
10^h	100	

Mittel 95

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 524,2 M. M. Barometerstand und 2,8° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet (F) = ... 3,89 Grm.

Gewicht des Wassergehaltes der Luft in 1 Cubikmeter, mit Ausschluss der Regentropfen und Schneeflocken . . . . 6,90 Grm.

Gewicht des flüssigen, in der Atmosphäre suspendirten Wassers (in 1 Cubikmeter) . . . . 3,0 Grm.

Einige Versuche, die wir gleichzeitig zur Bestimmung der Regenmenge anstellten, scheinen zugleich zu zeigen, dass die Wassermenge, welche sich bei einem so feinen Regen als Tröpfchen (oder Schneeflocken) in einem Cubikmeter Luft befindet, verhältnissmässig sehr gering sein muss.

Um 10^h 50' a. m. wurde nämlich zur Bestimmung der Regenmenge folgender kleine Versuch gemacht.

Ein Stückchen Filtrirpapier von 20 Ctmtr. Länge und 10 Ctmtr. Breite wurde auf eine trockene Unterlage gelegt, zuerst mit Pappe bedeckt und dann während 6 Minuten dem atmosphärischen Niederschlage ausgesetzt; das Fallen von Schneeflocken begann, wie oben erwähnt, erst etwas später; jetzt fiel nur ein feiner, sehr gleichförmiger Regen.

Das trockene Papier wog, ehe es dem Regen ausgesetzt war,	1,341 Grm.
nach einem Aussetzen von 6 Minuten	1,954 „
Zunahme	0,613 Grm.

Das Papier war dabei noch nicht ganz durchnässt, sondern zeigte nur gut begrenzte beregnete Flecke.

Eine Oberfläche von einem Quadratmeter hätte demnach unter diesen Umständen, in 6 Minuten, durch den Regen eine Zunahme des Gewichtes von 30,65 Grammen gezeigt.

Wäre die gleichzeitige Fallgeschwindigkeit der Regentropfen bekannt, so liesse sich bestimmen, wie viel Regenwasser in einem Cubikmeter Luft in einer Zeiteinheit enthalten war. Jedenfalls lässt übrigens schon die geringe Gewichtszunahme des ausgesetzten Papieres erkennen, dass die Regenmenge in diesem Falle bedeutend geringer gewesen sein muss, als die nebelförmig suspendirte Wassermasse[1].

Nimmt man auch, mit Berücksichtigung der sehr kleinen Durchmesser der Wasserkügelchen, die Geschwindigkeit sehr gering an, und setzt z. B. die Fallzeit für einen Meter Höhe gleich vollen 3 Secunden[2], so würde man das absolute Gewicht des Regens (P), das sich in einer Zeiteinheit in einem Cubikmeter Luft befindet, erhalten aus der Gleichung $P = \frac{tp}{T}$, wobei t die Zeit für 1 Meter Fallhöhe, p die in der Zeit T auf 1 Quadratmeter gefallene Masse des Regens bedeutet.

Da in diesem Falle T = 6 Minuten, p = 30,65 Grm. beträgt, und t = 3 Secunden gesetzt wurde, erhält man $P = \frac{3.\,30{,}65}{360} = 0{,}255$ Grm. Ein Resultat, welches jedenfalls zeigt, dass die Nebelmasse in diesem Falle die Regenmasse sehr wesentlich übertraf.

1) Diese verhältnissmässig geringe Zunahme lässt auch erkennen, dass das Papier durch hygroscopisches Ansaugen mit Feuchtigkeit sein Gewicht nicht merklich verändert haben kann.

2) Diese Schnelligkeit kann, wie spätere Versuche zeigen, jedenfalls als ein Minimum betrachtet werden.

Ein anderes Stück Papier wurde dem Regen ausgesetzt, bis es ganz durchnässt war; dann wurde es um ein empfindliches Thermometer geschlungen und etwas angezogen, dass die Kugel in Berührung mit der Wassermasse kam; die eine Ecke, an welcher es allein mit den Fingern angefasst wurde, riss ich ab, nachdem das Thermometer eingehüllt war. Die Temperatur des Regens zeigte sich dabei = 3,8° C., während die gleichzeitige Luftwärme 3,0° C. betrug[1].

Dritte Beobachtung.

8. September 10^h a. m. bis 6^h p. m.

Witterungsverhältnisse. Nordostwind, halb-heiter; zwischen 1^h und 4^h Nachmittags nicht selten vorüberziehende Wolken und Nebel bei der Hütte.

Der Apparat selbst, der von der Hütte 20 Meter entfernt war, befand sich während der ganzen Zeit ausser dem Bereiche der Nebel. Dieser Versuch kann demnach zunächst dazu dienen, zu zeigen, ob bei Versuchen dieser Art die Angaben des Psychrometers, ungeachtet der oben erwähnten von Regnault nachgewiesenen Fehlerquellen, als ausreichend genau betrachtet werden können.

Die Uebereinstimmung scheint für diese Versuche ganz genügend.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

10^h a. m.	523,1 M.M.	4^h p. m.	523,5 M.M.
12^h	523,1	6^h	522,5
2^h p. m.	523,2		

Mittel 523,3 M. M.

Ablesungen am Psychrometer.

	T.	N.		T.	N.
10^h a.m.	3,0° C.	3,0° C.	4^h p.m.	2,1° C.	2,1° C.
12^h	3,6	3,4	6^h	0,2	0,1
2^h p.m.	3,8	3,6			

Mittlere Temperatur 2,5° C.

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 31300 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

	Vor dem Einströmen. Grm.		Nach dem Einströmen. Grm.		Zunahme. Grm.
r_1	30,431	r_1	30,549	r_1	0,118
r_2	32,475	r_2	32,478	r_2	0,003
					0,121

1) Der Temperaturunterschied zwischen Regen und Luft wird später noch specieller besprochen werden.

Sättigungsgrad der Luft.	10^h a. m. 100	4^h p. m. 100
	12^h 97	6^h 98
	2^h p. m. 97	Mittel 98

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 523,3 M. M. Barometerstand und 2,5° C. Temp.

a. aus dem Psychrometerstande berechnet . . . . 3,93 Grm.

b. aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet 3,87 Grm.

Vierte Beobachtung.

10. September 1^h 30′ bis 6^h p. m.

Witterungsverhältnisse. Auch bei diesem Versuche waren die Instrumente, Psychrometer und Aspirator, während der ganzen Dauer des Versuches frei von Nebeleinhüllungen, obwohl bisweilen ziemlich dichte und wohl begrenzt scheinende Wolkenmassen in den Umgebungen der Hütte vorüberzogen; der Wind, ziemlich lebhaft, kam aus Nordost.

Während der vorhergehenden Nacht hatte ein leichter Schneefall stattgefunden; die Schneedecke war gegen 11 Uhr verschwunden; der Boden war sehr feucht. Der Aspirator war jedoch, wie früher angegeben, so gestellt, dass die einströmende Luft sehr wohl als identisch mit der freien Atmosphäre in den Umgebungen der Hütte betrachtet werden kann.

Auch hier zeigen die Angaben des Psychrometers eine genügende Uebereinstimmung mit dem durch Wägung bestimmten Wassergehalte der Luft.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

2^h p. m.	526,8 M. M.	Mittel 527,2 M. M.
4^h	527,1	
6	527,6	

Ablesungen am Psychrometer.

	T.	N.	
2^h p. m.	3,4° C.	0,4° C.	Mittlere Temperatur 2,7° C.
4^h	2,8	1,3	
6^h	2,0	1,8	

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 27300 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen. Grm.	Nach dem Einströmen. Grm.	Zunahme. Grm.
r_1 30,552	r_1 30,636	r_1 0,084
r_2 32,480	r_2 32,4805?	r_2 0,0005?[1]
		0,084

1) Die zweite Röhre schien nahe einen halben Milligramm zugenommen zu haben, ein Unterschied, der aber bei dem absoluten Gewichte der Röhre unbestimmt gelassen werden muss.

Sättigungsgrad der Luft.

2^h p. m.	50	Mittel 73
4^h	73	
6^h	96	

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 527,2 M.M. Barometerstand und 2,7° C. Temp.

a. aus dem Psychrometerstande berechnet . . . . 2,98 Grm.
b. aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet . 3,08 Grm.

Fünfte Beobachtung.

14. September 4^h bis 6^h p. m.

Witterungsverhältnisse. Südostwind. Der Versuch zur Bestimmung der Kohlensäure hatte bereits um 12 Uhr, bei nebelfreier aber sehr feuchter Luft, begonnen; von 1 Uhr ab begann das Vorüberziehen dichter Haufenwolken, welche bereits seit mehreren Stunden gegen Südosten sich zu bilden angefangen hatten. Da jedoch bis gegen 3 Uhr einzelne Unterbrechungen ziemlich häufig waren, während gleichzeitig die Vermehrung der Wolken über der lombardischen Ebene und die abnehmende Heftigkeit des Windes erwarten liess, dass von jetzt ab ein ununterbrochener Nebel den Beobachtungspunkt einhüllen werde, wurde der Versuch um 3 Uhr aufs neue begonnen, indem andere Chlorcalcium-Röhren angesetzt wurden. Der dichte Nebel hielt auch von 3 Uhr bis zum Ende des Versuches, um 6 Uhr, ganz gleichmässig an.

Barometerstand, reducirt auf 0° C.

4^h p. m.	526,6 M. M.	Mittel 526,6 M. M.
6^h	526,6	

Ablesungen am Psychrometer.

	T.	N.	
4^h p. m.	3,2° C.	3,2° C.	Mittlere Temperatur 3,2° C.
6^h	3,1	3,1	

Masse der Luft, welche in den Aspirator eintrat . . . 9150 Cub. Ctmeter.

Gewicht der Chlorcalcium-Röhren.

Vor dem Einströmen. Grm.	Nach dem Einströmen. Grm.	Zunahme. Grm.
r_1 30,636	r_1 30,684	r_1 0,048
r_2 32,490	r_2 32,493	r_2 0,003
		0,051

Sättigungsgrad der Luft.

4^h p. m.	100	Mittel 100
6^h	100	

Gewicht der gasförmigen Feuchtigkeit der Luft in 1 Cubikmeter bei 526,6 M.M. Barometerstand und 3,2° C. Temp. aus dem Stande des Psychrometers berechnet (F) . . . . 4,22 Grm.

Gesammtgewicht des Wassergehaltes der Luft aus der Gewichtszunahme der Chlorcalcium-Röhren berechnet (W) . . . . 5,57 Grm.

Gewicht des suspendirten flüssigen Wassers in 1 Cubikmeter Luft dieser Wolkenmasse (W-F) . . . . 1,35 Grm.

2. Beobachtungen über die Höhe der Wolken.

Die Höhe der Wolken ist im Allgemeinen abhängig von der Lebhaftigkeit des aufsteigenden Luftstromes und von der Masse der in der Atmosphäre enthaltenen Feuchtigkeit. Je grösser die letztere ist, desto grösser ist das Volumen der Wolken (und wohl auch ihr Wassergehalt). Daher geschieht es, dass mit dem Fallen des Barometers in Folge vorherrschender Südwinde auch die Wolkenhöhe geringer wird, während in der täglichen Periode zur Zeit des barometrischen Minimums in den Ebenen, oder noch häufiger kurze Zeit nach demselben, die Wolkenhöhe am grössten ist.

Die Gestalt des Bodens hat einen sehr wesentlichen Einfluss auf die Lebhaftigkeit, mit welcher der aufsteigende Luftstrom sich erhebt; in Gebirgen, noch mehr über grossen Plateaus stehen daher die Wolken höher, als über den Ebenen. Als bekanntes Beispiel kann angeführt werden, dass in kleinen Gebirgen[1] die hervorragenden Gipfel, der Brocken, die Schneekoppe u. s. w., ungleich öfter in Wolken gehüllt sind, als Punkte gleicher Höhe in den Alpen; ein Unterschied, der auch dann noch immer charakteristisch genug bleibt, wenn man den Einfluss der nördlicheren Lage für die zuerst genannten Berge berücksichtigt.

Die Höhe der Wolken lässt sich auf sehr verschiedene Art bestimmen[2].

Bernoulli hatte bereits 1688 „Acta eruditorum" vorgeschlagen, nach dem Untergange der Sonne die Dauer der Beleuchtung zur Berechnung der Wolkenhöhe zu benützen; Lambert machte darauf aufmerksam, aus der Zeit zwischen dem Blitze und dem Donner die Höhe der Gewitterwolken zu bestimmen. Doch dürfte es in vielen Fällen sehr schwierig sein, mit hinlänglicher Genauigkeit die Höhe des Blitzes über dem Horizonte und somit die horizontale Entfernung der Wolken zu erhalten.

Ein sehr hübsches Verfahren hat Bravais angegeben, um die Höhe von Wolken

1) Vergl. die interessanten Bemerkungen Dove's über den Unterschied der Wolkenhöhe am Brocken im Sommer und im Winter in seiner Abhandlung „über den Regen" in den Mittheilungen „über die klimatischen Verhältnisse des Preussischen Staates".

2) Vergl. Pouillet: Note sur la hauteur, la vitesse et la direction des nuages. Comptes rendus 1840. T. XI, No. 9.

zu messen[1]. Seine Methode besteht darin, dass an einem Höhenkreise die Winkelerhebung der Wolke über dem Horizonte abgelesen und dann beobachtet wird, wie tief das Bild der Wolke unter dem Horizont zu liegen scheint, wenn dasselbe von einer spiegelnden Oberfläche reflectirt wird. Bezeichnet H die Wolkenhöhe, h die relative Höhe des Instrumentes über der spiegelnden Oberfläche, α den Winkel des reflectirten Bildes unterhalb der Horizontalen, β den Höhenwinkel der direct gesehenen Wolke, so erhält man

$$H : h = \frac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin(\alpha-\beta)}$$

$$H = \frac{h.\sin(\alpha+\beta)}{\sin(\alpha-\beta)}$$

Je grösser h, desto genauer lassen sich die Wolkenhöhen finden.

Wir benützten mehrere Male bei der Bestimmung der Höhe von Federwolken eine sehr kleine Wasseransammlung, welche sich oberhalb der Stollen von Le Piscie befand. Der Höhenunterschied zwischen dem Beobachtungspunkte und der reflectirenden Oberfläche betrug 810 Par. Fuss.

In einem so grossen Gebirge wie die Alpen kann die Höhe der Wolken sehr häufig auch dadurch bestimmt werden, dass dieselbe unmittelbar mit den Höhen gegenüberstehender Berge (und einzelner Theile ihrer Abhänge) verglichen wird. In den Umgebungen des Monte-Rosa, des Berner-Oberlandes und in anderen sehr hohen Alpenthälern finden sich gewöhnlich nach jeder Richtung Gipfel, welche die Wolkenhöhe überragen. Besonders sind solche Beobachtungen dann sehr gut auszuführen, wenn die Wolke den Berg selbst berührt, weil dann keine parallactische Verschiebung möglich ist; doch war diese bei unseren Beobachtungen am Monte-Rosa auch deshalb bei kleinen Abständen nicht sehr störend, weil wir uns selbst (auf der Vincenthütte z. B.) sehr häufig nur wenig über oder unter dem Niveau der Wolken befanden. Gewöhnlich durfte man aber nur kurze Zeit warten, um die Wolke gegen die eine oder die andere Seite der Kämme herangetrieben zu sehen.

Als Scala für diese Höhenbestimmungen dienten uns die Aufnahmen der aequidistanten Horizontalen, deren Reduction auf Taf. I des Atlas enthalten ist.

Die am öftesten vorkommende Wolkenform während unseres Aufenthaltes in den Umgebungen des Monte-Rosa war der Cumulus oder die Haufenwolke; wir sahen sehr häufig, wie diese Wolken mit dem ersten Beginnen eines aufsteigenden Luftstromes gegen 9 Uhr Morgens sich bildeten, dann sich langsam hoben, und Abends ebenso regelmässig sich senkten. War die Luft feuchter, so dass sich statt einzelner Haufenwolken mehr oder weniger zusammenhängende Bänke von Cumulostratus bildeten, so war auch ihre Höhe merklich geringer.

Die gewöhnliche Höhe des Cumulostratus, der Mittelform zwischen Schicht-

1) Annales de chim. et de phys. Ser. III, T. XXIX, S. 497. Pogg. Ann. LXXVII, S. 156.

und Haufenwolke, betrug des Mittags 7000 bis 8000 Par. Fuss (im August und in der ersten Hälfte des September). Dieselben Wolken aber befanden sich noch um 9 Uhr Morgens so niedrig, dass die kleinen Gipfel von 5000 bis 6000 Fuss, welche sich östlich von uns zwischen der Gebirgsmasse des Monte-Rosa und der piemontesischen Ebene in einem schmalen Saume hinzogen, kaum von den Wolken erreicht waren; etwas grössere Gipfel ragten dann inselförmig aus dem allgemeinen Niveau der Wolkenbänke hervor. Nur auf der Südostseite wurden die Wolkenmassen durch das Aufsteigen des warmen Luftstromes längs der besonnten Flächen emporgetrieben; der Höhenunterschied erreichte an solchen Stellen nicht selten 800 bis 1200 Fuss. Dieses Emportreiben der Wolkenmassen findet selbst noch an solchen Felsennadeln statt, welche sich weit über die Schneelinie erheben. Da wegen der Steilheit die Schneebedeckung nicht ganz zusammenhängend ist, erreicht der aufsteigende Luftstrom auch in diesen Höhen noch eine Lebhaftigkeit, welche im Stande ist die Wolkenhöhe sehr wesentlich zu vermindern. Am Grossen Mont-Cervin, an den steilen Aiguilles in den Umgebungen des Mont-Blanc lässt sich dies sehr regelmässig beobachten.

Bisweilen wird die allgemeine Höhe der Cumulostratuswolken sehr gross; besonders scheint dies an Tagen einzutreten, an welchen die Wolkenbildung nicht nur durch den aufsteigenden Luftstrom, sondern sehr wesentlich durch eine veränderte Windesrichtung hervorgebracht wird.

Am 1. September 1851 zwischen 2 und 4^h sahen wir vom Thale von Gressoney aus den ganzen Himmel mit einer sehr dunkeln gleichmässigen Wolkendecke überzogen, deren Höhe wir zu 14500 Fuss fanden. Die Gipfel des Monte-Rosa und des Lyskammes befanden sich unterhalb dieser Wolkendecke und zeigten sich dabei in einer überraschenden Klarheit. Erst nach 4 Uhr, zusammenfallend mit dem Eintreten einer nordöstlichen Windesrichtung in den oberen Regionen, zerriss die Wolkendecke und verschwand zum grössten Theile bis gegen Sonnenuntergang.

Auch Zumstein hatte früher einen ganz ähnlichen Fall beobachtet[1].

Die Wolken, welche sich an schönen Tagen durch den aufsteigenden Luftstrom bildeten, und die wir von der Vincenthütte aus mit grosser Regelmässigkeit beobachten konnten, standen gewöhnlich über der lombardisch-piemontesischen Ebene bedeutend niedriger als jene Wolken, welche gleichzeitig über den Centralmassen der Alpen im Norden und im Westen sich zeigten.

Die Helligkeit der Wolken ist sehr veränderlich; in den Ebenen sehen wir, da die Wolken über uns stehen, die nicht beleuchtete Fläche und nur einen schmalen Saum der beleuchteten; befindet sich aber der Beobachter über dem Niveau einer ziemlich zusammenhängenden Wolkenschicht, so ist der Glanz der Wolken an ihrer oberen Fläche ungemein überraschend und blendend.

---

1) Vergl. Zumstein's Besteigungen des Monte-Rosa in Welden's Monte-Rosa.

Auch dann noch, wenn man selbst innerhalb einer dünnen Wolkenschicht steht, lässt sich diese eigenthümliche Beleuchtung durch reflectirtes Licht, das von unten kommt, erkennen, wenn sich in dieser Richtung grosse besonnte Wolkenflächen befinden.

Der grössere oder geringere Glanz der Wolken ist zugleich in engen Thälern häufig das erste Zeichen davon, dass die Wolken anfangen sich aufzulösen, indem die Beleuchtung der Flächen von seitlich gelegenen Wolkenlücken abhängig ist.

Die Dicke der Schichtenwolken beträgt nicht selten 800 bis 1200 Fuss, bisweilen ist sie noch grösser.

Einzelne Cumuluswolken erreichen oft eine sehr grosse Höhe: Am 27. Aug. sah ich, vom Wege zum Theodulpasse aus, zahlreiche Cumulus mit Ostwind über den Monte-Rosa wegziehen; einige, die etwas tiefer waren, streiften nur wenig unterhalb der Höchsten Spitze vorbei. Die Wolkenmasse, die am Weissthorpasse auf Tafel XI gezeichnet ist, war eine grosse Haufenwolke, die von Osten her über den Pass wegzog; in einiger Entfernung hatte sie sich ganz gerundet und wohl begrenzt gezeigt, während sie, wie alle ähnlichen Wolken, in der unmittelbaren Nähe gesehen weit unregelmässiger gestaltet war und zahlreiche halb losgetrennte Massen erkennen liess.

Als parasitische Wolken finden sich kleine Cumulus an warmen Tagen an der Schattenseite unmittelbar auf den höchsten Alpengipfeln bei 13000 bis 14800 Fuss; ihrer Entstehung ist es sehr günstig, wenn die Luft ziemlich reich an Feuchtigkeit und sehr durchsichtig ist. Wenn die Durchsichtigkeit gemindert ist, so ist die Strahlung nicht lebhaft genug, um, selbst bei grösserer Feuchtigkeit der Atmosphäre, die Bildung parasitischer Wolken zu bewirken.

Die höchsten Wolkenformen sind die Federwolken; sowohl die Schäfchen und Windbäume[1], als auch die feinen flachen Cirri, die von grossen Höhen gesehen häufig eine netzförmige Abwechslung mehr oder weniger dichter Stellen zeigen, befinden sich nicht selten in Höhen von 16000 bis 18000 Fuss.

Die Höhe einer kleinen Cirrusgruppe, welche am 20. August 1851 Abends über dem Monte-Rosa stand, fanden wir noch nahe 8 Minuten (genauer 7,5′) beleuchtet, nachdem die höchste Spitze des Monte-Rosa bereits vom Erdschatten erreicht war. Dies lässt auf eine Höhe von über 24000 Fuss schliessen. Bravais mass in Lyon eine Cirrusgruppe, die 10000 Meter hoch war. Bei Beobachtungen in den Ebenen scheint dies wohl die Grenze der deutlich erkennbaren Wolken zu sein. Aber in den Hochregionen der Alpen lassen sich bisweilen ganz feine, aber doch bestimmt begrenzte Wolken erkennen, die entschieden höher sind. In den Ebenen dürften

1) Kleine Schäfchen, die sich mit grosser Schnelligkeit bewegten, sind in der Ansicht 2 der Taf. XV und Fig. 1 Taf. XX abgebildet; auf Taf. XII, der Ansicht des Macugnagagletschers, zeigt sich ein sehr grosser Windbaum, der bei N.W.Wind entstand. Fig. 2 Taf. XX zeigt die Profilansicht einer sehr grossen Haufenwolke, die sich von Osten nach Westen bewegte.

wohl nicht selten Wolken bereits von dem helleren Blau des Himmels sich nicht mehr unterscheiden, welche aber noch ziemlich deutlich zu erkennen sind. In grossen Höhen ist solchen Beobachtungen sowohl die Durchsichtigkeit der Luft, als auch der Umstand günstig, dass man der zu messenden Wolke bereits um einen sehr merklichen Theil ihrer Höhe näher steht.

Einige dieser feinsten Federwolken fanden wir, durch Spiegelung bestimmt, nahe 40000 Fuss hoch; die Messung derselben ist jedoch sehr schwierig, weil ihr reflectirtes Bild ungemein schwach ist.

Gewitter kommen bisweilen noch in grossen Höhen vor. Spuren des Blitzes an Felsen, roches foudroyées, fanden MARTINS und BRAVAIS noch bei 4052 Meter an den Wänden einer Felsennadel, die zum Dôme du Goûté gehört[1].

Gewöhnlich sind während der Gewitter auch die höheren Thäler mit Nebeln erfüllt, welche die Beobachtung sehr beschränken. Ich erinnere mich nur eines einzigen Falles, wo wir ein Gewitter in sehr grosser Höhe sahen, nämlich am 6. August 1851 um 4^h 15′ p. m. Einige dunkle Gewitterwolken, die wir von der Hasli-Scheideck aus beobachteten, reichten nur wenig unter die Spitzen der Wetterhörner und hatten die bedeutende Höhe von nahe 12000 Fuss; unterhalb derselben bildeten sich nur vorübergehend kleine Nebel während des Regens. Erst nachdem der heftige Regen mehr als eine halbe Stunde gedauert hatte, waren die Thäler von Rosenlaui und von Grindelwald so mit Nebeln angefüllt, dass man nicht mehr erkennen konnte, bis zu welcher Höhe die Gewitterwolken herabreichten[2].

Einen interessanten Fall eines sehr hohen Hagelwetters erfuhr ich 1852 in Partenkirchen, bayerische Alpen. Das Gewitter hatte erst zwei Tage vor unserer Ankunft stattgefunden; ich hatte daher Gelegenheit alle Details sehr genau zu erfahren.

Der Hagelfall fand statt am 31. August 1852 zwischen 5 und 6^h p. m. Die Hagelwolken bildeten einen schmalen Streifen, der sich vom Wetterstein über die Dreithorspitzen hinwegzog und, dem Kamme folgend, die Kothbachspitze, die Sonnenspitze bis etwas westlich vom Gatterlepass bestrich. Die Horizontalcurve von 5000′ auf der Zugspitzkarte scheint sehr nahe der Verbreitung des Hagelfalles zu entsprechen; auf die Weiden auf der linken Seite der Partenach war kein Hagel gefallen. Nach der bestimmten und übereinstimmenden Aussage der Hirten von der Wettersteinalpe, der Oberangerhütte und der steinernen Hütte im Geisthale waren bis zu 8000′ Höhe grosse Hagelkörner in reichlicher Menge gefallen, die Wolken

1) Annuaire 1850 S. 132. Auch am Grossglockner scheint der Blitzableiter, den Fürst SALM 1799 errichten liess, vom Blitze getroffen und in seine jetzige flach am Boden hingestreckte Lage gebracht zu sein. Vergl. Unters. 1850 S. 193.

In den Tropen, wo durchschnittlich die Wolken höher stehen, reichen auch Gewitter- und Hagelwolken viel höher; A. v. HUMBOLDT sah am Chimborazzo am 23. Juni 1802 noch bei 17500′ Hagel fallen.

2) Bisweilen scheinen hingegen Gewitter ungemein tief aufzutreten. Vergl. die sehr interessanten Angaben von HAIDINGER in den Wiener Berichten 1852.

bedeckten nur leicht die Kothbachspitze 8434′, die Wetterspitzen 8408′, während sich die etwas östlicher gelegenen Berge, die Kahrlspitze 8228′, die Dreithorspitzen 8057′ u. s. w. unterhalb der dunkeln Hagelwolken befanden und erst gegen das Ende des Gewitters von Nebeln eingehüllt wurden. Auf der Schachenalpe lagen die Körner im Durchschnitte mehrere Zoll hoch auf der ganzen Fläche. Nach den Angaben des Forstwartes Hrn. Kiendl können die grössten 4 bis 6 Cubikcentimeter Inhalt gehabt haben. Die Hirten, die am folgenden Tage überall nach den verunglückten Schafen suchten, fanden die Hagelkörner noch reichlich bei 8000′; nur die höchsten Gipfel selbst waren mit Graupeln und Schnee bedeckt, der nicht mit Hagel untermischt war.

Bewegungen der Wolken. Winde von verschiedener Richtung, die sich über einander bewegen, sind eine sehr häufige Erscheinung, wenn man Gelegenheit hat, an schönen und verhältnissmässig trockenen Tagen die Bahnen der kleinen Haufenwolken zu beobachten. Eine geringe Grösse der Wolken ist deswegen vortheilhaft, weil sie sich dann mit geringerem Widerstande den Einflüssen auch schwacher Luftströmungen anschliessen.

Dass eine vollkommene Ruhe der Luftschichten in der Nähe des Bodens ungemein selten ist, ist bekannt; besonders sind es die Abweichungen der Oberfläche von der regelmässigen ebenen Gestalt, welche zu mannigfachen schwächeren Luftströmungen Veranlassung geben, die von thermischen Ungleichheiten herrühren. Ein sehr gutes Mittel, sich auch von diesen schwächsten Winden zu überzeugen, bietet der Rauch einer mit Grünspan gefärbten Kerze (wie sie bekanntlich Faraday zu seinen diamagnetischen Versuchen anwandte). Der Rauch solcher Kerzen ist lange anhaltend und zugleich sehr deutlich, auch im Freien, zu unterscheiden; er kann mit Vortheil angewandt werden, um die kleinen periodisch wiederkehrenden Luftströmungen in der Nähe des Bodens zu zeigen.

Auch in der freien Atmosphäre treten sehr wesentliche Unterschiede in den Windesrichtungen ein; nur ist hier die Ursache eine andere, indem sich hier über einander wegströmende Luftmassen oft in mannigfacher Verschiedenheit der Richtung und der Intensität gleich uferlosen Strömen bewegen. Die Uebereinstimmung in der Windesrichtung in der Nähe der Ebenen und in grossen Höhen scheint fast zu den Ausnahmen zu gehören[1].

Auch das Aufsteigen kleiner Ballons lässt sehr häufig erkennen, dass sehr ver-

---

1) Vergl. die schönen Beobachtungen von J. M. Bertrand de Doue. De la fréquence comparée des vents supérieurs et inférieurs sous le climat de Puy en Velay. Ann. météor. de la France 1851 p. 356. Unter 2100 Beobachtungen in den Jahren 1849 und 1850 zeigte die Richtung der Wolken nur in 562 Fällen eine Uebereinstimmung der Windesrichtung oben und unten; in sehr vielen Fällen liessen

schiedene Winde über einander sich hinwegschieben; an der Grenze der Winde treten dann sehr häufig Unregelmässigkeiten und Wirbel ein.

Bei solchen Versuchen zu Nimes am 19. Mai 1822 fand VALZ, dass innerhalb eines Höhenunterschiedes von 3000 Metern Zahl verschiedene Luftströme vorhanden waren; das Maximum der Schnelligkeit betrug dabei für einen dieser Ströme 10 Lieues in der Stunde[1].

Wir hatten oft Gelegenheit die Schnelligkeit der Wolken sehr direct beobachten zu können, indem die Zeit abgelesen wurde, welche zwischen dem Wandern von einer Kuppe zur nächsten verstrich. Gewöhnlich scheinen die Wolken, wie zu erwarten, etwas langsamer zu gehen, als kleine Körperchen, Papier und Rauch, die dem Winde ausgesetzt werden; bisweilen können aber auch ziemlich grosse Wolken eine sehr bedeutende Geschwindigkeit erlangen.

Die scheinbare Geschwindigkeit ist um so grösser, je näher man den Wolken steht; in grossen Höhen macht in stürmischen aber mondhellen Nächten die Winkelgeschwindigkeit, mit welcher die Wolken am Monde vorübereilen, einen wahrhaft verwirrenden Eindruck, besonders wenn nur kleine Lücken zwischen den Wolken sind und der Mond in raschem Wechsel bald erscheint, bald verschwindet.

Als Maximum der Wolkenschnelligkeit kann man wohl 80 bis 100 Fuss in der Secunde annehmen, doch ist diese ungemein selten. Am Matterjoche erhielt ich an dem stürmischen Abend des 28. August 1851 95 Fuss in der Secunde; es liess sich nämlich mehrmals sehr deutlich die Zeit bestimmen, welche eine Wolke brauchte, um den Weg zwischen zwei Spitzen von bekannter Entfernung zurückzulegen[2].

---

3. Temperaturbestimmungen der atmosphärischen Niederschläge.

Zu verschiedenen Malen versuchten wir die Temperatur des Regens mit der gleichzeitigen Wärme der Luft zu vergleichen. Bei starkem Regen genügt es, ein Gefäss ein paar Male sich füllen zu lassen und wieder zu entleeren, ehe man die Bestimmung vornimmt, um die anfängliche Wärme des Gefässes selbst zu eliminiren. Bei feinem Regen suchten wir die Temperatur dadurch zu bestimmen, dass wir Filtrirpapier dem Regen aussetzten, bis es ganz durchnässt war; die eine Ecke war bedeckt und blieb trocken. An dieser wurde dann das Papier angefasst, um eine Thermometerkugel geschlungen, und nun am trockenen Ende ein wenig angezogen, um die so ausgepresste Feuchtigkeit mit der Kugel selbst in Berührung zu bringen;

sich auch mehrere Windesrichtungen gleichzeitig mit Bestimmtheit erkennen. — Ferner: A. QUETELET sur les variations annuelles dans les couches superieures de l'atmosphère. Ann. 1851.

1) Ann. 1850 S. 139.

2) In Lyon war von BRAVAIS als Maximum 105 Fuss beobachtet worden.

das angefasste Ende wurde zugleich abgerissen. Mit einiger Vorsicht gelingt es leicht, die Temperatur auch des feinen Regens eben so gut zu bestimmen, als jene des Regens im Ombrometer; bei starkem Regen haben wir häufig beide Arten der Beobachtung angewandt und uns von der Richtigkeit der Angaben auch bei dem letzteren Verfahren überzeugt. Auch der Umstand scheint die Richtigkeit des Verfahrens zu bestätigen, dass wiederholte Versuche sehr übereinstimmende Resultate geben. —

Die Temperatur des Regens ist zunächst abhängig von der Wärme des Regen bringenden Windes und von der Temperaturveränderung, die er während des Herabfallens durch Verdunstung oder durch Condensation erfährt. Westliche und südwestliche Winde, die bei uns vorzugsweise die Regen bringenden sind, gehören zugleich zu den warmen Winden; es wird daher die Anfangstemperatur des Regens stets einen kleinen Ueberschuss über die Wärme jener Luftschichten haben, durch deren Mischung die Condensation des Wasserdampfes erfolgt; die bedeutende Menge der frei werdenden Wärme trägt ebenfalls dazu bei, die Temperatur der Regenwolken zu erhöhen. Diese Verhältnisse kommen nur dann unmittelbar zur Beobachtung, wenn die Temperaturbestimmung sehr nahe der Regenwolke gemacht wird. In einigen der folgenden Beobachtungen dürfte die grosse absolute Höhe und die geringe Entfernung von den Wolken als die wesentliche Ursache des oft sehr merklichen Wärmeüberschusses des Regens betrachtet werden.

Während des Herabfallens ändert der Regen seine Temperatur, theils weil er stets wärmere Schichten trifft, theils durch Verdunstung und Condensation. Die ziemlich bedeutende Schnelligkeit des Herabfallens, die bei starkem Regen an der Oberfläche der Erde fast 100 Fuss in der Secunde beträgt, schwächt sehr wesentlich die unmittelbare Mittheilung der Temperatur aus den verschiedenen Luftschichten; die gleichzeitige Condensation der Feuchtigkeit auf den Regentropfen, so lange seine Temperatur unter dem Thaupunkte liegt, der bei Regen gewöhnlich mit der Luftwärme gleich ist, trägt dagegen dazu bei, die Erwärmung während des Herabfallens zu beschleunigen.

Ganz im Allgemeinen lässt sich erwarten, dass die Temperatur des Regens etwas niedriger als jene der Luft ist, so lange dieselbe noch nicht mit Feuchtigkeit gesättigt ist, indem dann eine Verdunstung des Regentropfens während des Herabfallens fortdauert. Auch bei sehr heftigen Regengüssen, wenn zugleich die Temperaturabnahme sehr rasch ist, also besonders bei den tropischen Regen, wird wegen der grösseren Geschwindigkeit und wegen der Wärmedifferenz der unteren und der oberen Luftschichten ebenfalls die Regenwärme unter der Luftwärme bleiben[1]. Sehr feine und lange anhaltende Regen stimmen gewöhnlich mit der Luftwärme nahe überein; mässig starke hingegen sind in unseren Breiten, und besonders in den hö-

1) Vergl. die Beobachtungen von MALLORY auf Cuba in DOVE's Repertorium Bd. IV, S. 316.

heren Theilen der Alpen, gewöhnlich wärmer als die Luft, wenn diese bereits gesättigt ist. Es dürfte dabei vielleicht der Umstand von Einfluss sein, dass sich auf den Regentropfen im Herabfallen Wasser aus der Atmosphäre niederschlägt; bekanntlich ist noch ganz nahe der Oberfläche der Erde bei gesättigter Luft stets eine Zunahme der Regenmenge mit der Annäherung gegen die Oberfläche zu bemerken, wobei sich nicht nur die Zahl der Tropfen vermehrt, sondern auch die Grösse der einzelnen Tropfen wächst.

Während also in unseren Breiten die Temperatur des Regens in der Mehrzahl der Fälle mit der Lufttemperatur nahe gleich ist, oder dieselbe sogar etwas übertrifft, ist die Temperatur des Schnees, besonders zur Zeit der extremen Schneefälle im Frühlinge und im Herbste, oder in grossen Höhen während des ganzen Jahres, oft sehr verschieden von der gleichzeitigen Luftwärme; denn es ist hier durchaus nicht selten, dass bei 3 bis 5° C. noch reichliche Schneefälle stattfinden[1], obwohl die Schnelligkeit des Schnees ungleich geringer ist als jene des Regens. Die grosse Wärmebindung beim allmähligen Abschmelzen während des Herabfallens scheint dabei vorzüglich mitzuwirken.

Bisweilen ist die Regentemperatur nur wenig von der Lufttemperatur verschieden, und man findet doch, nachdem die Wolken verschwunden sind oder sich gehoben haben, dass nur in geringer Höhe oberhalb des Beobachtungspunktes das Schneien begonnen hat. Am Peissenberge (vergl. unten No. 23) fanden wir den Regen 4,5° C. (Luft 5,2), am Trauchberge sah man später den Schnee bis 4500 Fuss herabreichen; allein in solchen Fällen sind entschieden Wolkenschichten von verschiedener Höhe übereinander gelagert, deren Niederschlag sich im unteren Ombrometer vermischte; sehr häufig lässt sich dies direct von einem hohen Punkte überblicken. Auch die Temperaturunterschiede, welche man oft in kurzen Zwischenräumen an demselben Orte beobachten kann (vergl. S. 466), zeigen auf das Entschiedenste, dass dabei Wolkenschichten von sehr verschiedener Höhe und Wärme den Niederschlag lieferten.

Die Verdunstung hört auch **während** des Regens nicht vollständig auf; es treten nicht selten heftigere Windstösse ein, welche, wenn auch zum geringen Theile, die niedergefallenen Massen verdampfen machen. Besonders ist zu Anfang jedes Regens häufig eine Verdunstung zu beobachten; diese Dünste, die man in den Ebenen nicht bemerkt, da sie, gegen eine gleichförmige Wolkendecke projicirt, ein unmittelbarer Theil derselben zu sein scheinen, sind in Gebirgen sehr charakteristisch; kaum hat der Regen begonnen, so erheben sich aus den Thälern neue Wolken, deren Wasser bereits mit dem verhältnissmässig warmen Boden in Berührung war, und nun aufs neue herabfällt. Versucht man bei feinem Regen, der zugleich nicht ganz

---

1) Vergl. eine sehr interessante Angabe eines Schneefalles zu Bevers im Engadin, 5000 Fuss bei + 10,9° C. am 9. Juni 1829. DENZLER. Zürch. Gesellsch. 1851. S. 287.

gleichförmig anhält, die Regenmenge durch Wägung eines eine kurze Zeit ausgesetzten Filtrirpapieres von bekannter Oberfläche zu bestimmen, so ist die Regenmenge, die man so erhält, stets verhältnissmässig sehr bedeutend.

Am 6. September wurde auf der Vincenthütte ein Filtrirpapier von 300 □Centimeter Oberfläche gewogen, das 5 Minuten dem Regen ausgesetzt war. Die Zunahme betrug 2,8 Grm. Der Regen hielt anscheinend in gleicher Stärke 8 Stunden an, und ergab dies in einem Ombrometer, dessen Oeffnung achtmal grösser war als der Durchschnitt des Auffangegefässes, nur 5 Millimeter Regenhöhe, während uns das Wägen für die gleiche Periode 9 Millimeter ergeben hätte[1].

Mehrmals hatten wir Gelegenheit zu bemerken, dass des Abends und des Nachts die Regentemperatur langsamer fiel als die Temperatur der Luft; es kommt dies, wie sich in Gebirgen unmittelbar sehen lässt, wesentlich daher, dass Abends auch an Regentagen die Wolken sich senken und in verhältnissmässig warme Schichten herabsteigen.

Die Wärme des Regenwassers übt auf die Wärme der Bodenschichten und der Quellen einen entschiedenen Einfluss aus; allein diese Verhältnisse hängen vorzüglich von der Vertheilung des Regens in der Jahresperiode ab, indem sich bei den langsamen Veränderungen der Bodentemperatur die Wirkungen der einzelnen Niederschläge nicht mehr verfolgen lassen. — In der folgenden Zusammenstellung sind einige Beobachtungen über die gleichzeitige Wärme der Luft und des Regens enthalten; ich fügte denselben zugleich einige kleine Bemerkungen über die Schnelligkeit und die Menge der Regentropfen bei.

Beobachtungen über die Temperatur des Regens.

1851. A. Nördliche Schweiz.

No. 1. Zürchersee bei Horgen . . . . 442 M. 1361 Par. F.
26. Juli 5h p. m. Luft 16,6° C. Regen 15,4° C.
Südwestwind. Mässig starker Regen; im Ombrometer bestimmt.

No. 2. Oberhalb Horgen . . . . 800 Par. F. über dem See.
26. Juli 7h p. m. Luft 14,0° C. Regen 15,0° C.
Südwestwind. Die Stärke des Regens ebenso wie jene des Windes, war ziemlich gleich geblieben. Es zeigte sich hier, wie wir später noch öfter fanden, dass gegen Abend die Temperatur des Regens weit langsamer sich veränderte, als die Temperatur der Luft.

1) Die grösste Menge des in einem Tage gefallenen Regens ist mit der Breite sehr verschieden; die Maxima der Schneefälle liefern zugleich sehr viel weniger Wasser, als die Maxima der Regenmenge. Vergl. z. B. die Beobachtungen in Arys in Ostpreussen von 1830 bis 1847, in Dove's meteorologischen Berichten: 2. Regen. 1854. S. 45. Vergl. auch Quetelet, Climat de la Belgique: Des pluies, des grêles et des neiges; Brüssel 1852. S. 96.

No. 3. Stalden (oberhalb Sarnen) . . . . 804 M. 2467 Par. F.

30. Juli a. 6^h 45' a. m. Luft 15,3° C. Regen 14,6° C.

b. 7^h 10' „ „ 15,3 „ „ 15,5 „

Bei der ersten Beobachtung sehr heftiger Regen mit Südwestwind. Wolkenhöhe c. 7000'. Bei der zweiten Beobachtung feiner Regen mit Filtrirpapier bestimmt. Der Regen dauerte den ganzen Tag fort, war ziemlich gleichmässig und zeigte nur selten heftigere Anschwellungen. Er blieb an diesem und dem folgenden Tage der Lufttemperatur nahe gleich, wie die beiden Beobachtungen 4 und 5 ergaben.

No. 4. Gusti, Alpenhütte in der Rossweide, Entlibuch.

30. Juli 6^h 30' p. m. Luft 11,0° C. Regen 11,0° C.

No. 5. Brüderen im Entlibuch . . . . 1032 M. 3178 Par. F.

31. Juli 9^h 10' a. m. Luft 11,2° C. Regen 11,3° C.

B. Berneroberland.

No. 6. Gauligletscher, am unteren Ende . . . . 1893,5 M. 5829 Par. F.

8. August 7^h p. m. Luft 11,4° C. Regen 12,4° C.

Regen, ziemlich stark, seit 4^h p. m. Leichte Nebel reichten bis gegen 900' an den Beobachtungspunkt herab und verhinderten die Höhe der Regenwolken selbst zu beurtheilen.

No. 7. Ewigschneehorn-Gipfel . . . . 3400,5 M. 10468 Par. F.

9. August 2^h p. m. Luft 5,0° C. Regen 0?° C.

Feiner Schnee mit wenig Regen untermischt. Nebel; fast windstill.

No. 8. Pavillon am Aargletscher . . . . 2435 M. 7495 Par. F.

9. August 4^h 30' p. m. Luft 6,0° C. Regen 4,8° C.

Wolken sehr hoch, c. 8500'. In der Nähe nur hier und da feiner Nebel.

No. 9. 10. August 6^h 15' p. m. Luft 6,3° C. Regen 7,1° C.

Dichter Nebel in der Nähe.

C. Vincenthütte . . . . 3162 M. 9734 Par. F.

No. 10. 6. Sept. 9^h 30' a. m. Luft 2,4° C. Regen 0° C. } Feiner Regen mit viel Schnee
No. 11. 6. Sept. 12^h „ 3,3 „ „ 0 „ } gemischt. Wind N.O.

No. 12. 6. Sept. 2^h p. m. Luft 2,8° C. Regen 3,6° C.

Feiner Regen wiederholt durch Filtrirpapier bestimmt; es regnete bereits seit 12^h. Wind sehr schwach, kaum bestimmbar, schien nach früheren Bestimmungen N.O. zu sein.

No. 13. 6. Sept. 7^h p. m. Luft 0,4° C. Regen 1,4° C.

Windesrichtung N.W.

No. 14. 7. Sept. 3^h p. m. Luft 3,4° C. Regen 0° C.

Regen mit Schnee. Wind N.N.W.

D. Genf . . . . 407 M. 1253 Par. F.

Auf unsere Bitte hatte Hr. PLANTAMOUR[1] die Güte einige Beobachtungen über die Temperatur des Regens in Genf anzustellen; in den meisten Fällen war der Regen so fein und fiel so langsam, dass seine Wärme mit der gleichzeitigen Temperatur der Luft als gleich angenommen werden kann.

Directe Temperaturbestimmungen, in einem Auffangegefässe gemessen, wurden an folgenden Tagen gemacht (1851):

No. 15. 16. August 6h a. m. Luft 16,35° C. Regen 16,85° C.
Regenmenge in Genf: 2,4 M. M.; am St. Bernhard kein Niederschlag.

No. 16. 28. August 5h 30′ p. m. Luft 13,65° C. Regen 15,90° C.
8h „ „ 13,75 „ „ 13,90 „
Regenmenge in Genf: 19,2 M. M.; am St. Bernhard (Schnee): 23,4 M. M.

No. 17. 21. September 6h a. m. Luft 7,00° C. Regen 7,30° C.
Regenmenge in Genf: 10,7 M. M.; am St. Bernhard (Schnee): 5,6 M. M.

1852. E. Partenkirchen und Garmisch . . . . . 700 M. 2150 Par. F.

No. 18. 2. September 9h a. m. Luft 10,7° C. Regen 10,0° C.
Mit Filtrirpapier bestimmt; sehr fein und gleichförmig. Schnee bis zu 5500′ herab.

No. 19. 5. September 7h p. m. Luft 14,2° C. Regen 15,0° C.
Vorher Gewitterregen von zweistündiger Dauer. Schnee Anfangs bis 7000′. Wolkenhöhe um 7h 30′ über 9000′. Zugspitze nebelfrei. Während des starken Regens fingen dichte Wolken bereits bei 6200′ an. Luft auch am Beobachtungspunkte gesättigt.

No. 20 6. September 4h p. m. Luft 15,6° C. Regen 14,6° C.
Mit Filtrirpapier bestimmt. Feiner verticaler, sehr weit verbreiteter Regen währte bis 7h p. m.

No. 21. 7. September 7h 15′ p. m. Luft 13,2° C. Regen 12,0° C.
„ nahe gleichzeitig auf Steppbergalpe 7h 30′ p. m.
Luft 6,1° C. Regen 4,5° C.

No. 22. Eningalpe . . . . 1554 M. 4785 Par. F.
7. September 6h p. m. Luft 5,6° C. Regen mit Schnee.
Feiner Regen wie am vorhergegangenen Tage. Obere Wolkenschichten gegen 9000′. Schnee auf der Zugspitze liegen geblieben bis 7500′. In allen Thälern viele vorübergehende Nebel.

Peissenberg . . . . 982 M. 3023 Par. F.

No. 23. 30. September 8h 30′ a. m. Luft 5,2° C. Regen 4,5° C.
Als sich die Wolken etwas lichteten, zeigte sich bis zu 4500′ herab eine gleichmässige Schneelage am Trauchberge, Ettaler Mandl u. s. w.

---

1) Mitgetheilt in einem Briefe vom 10. December 1851.

F. (1852.) Huthhaus im Höllenthale . . . . 1502 M. 4625 Par. F.

No. 24. 17. September a. 10^h 50′ a. m. Luft 8,0° C. Regen 8,9° C.
„ b. 11^h 10′ „ „ 8,1 „ „ 8,6 „

Sehr gleichmässiger Regen, der bereits die ganze Nacht angehalten hatte. Westwind.

c. 9^h p. m. Luft 8,9° C. Regen 10,6° C.

Ziemlich heftiger Regen bei lebhaftem West-Süd-Westwinde.

Die Menge des Regens im Ombrometer vom 17. bis 18. Sept. betrug 23 M. M. in 24 Stunden.

No. 25. 21. September a. 9^h 30′ a. m. Luft 9,1° C. Regen 11,1° C.

Mässig starker Regen, in einem hölzernen Gefässe bestimmt, das entleert wurde, nachdem es einmal mit Regenwasser gefüllt war, und dann bei zweimaliger Wiederholung des Versuches sehr übereinstimmende Resultate ergab, nämlich das eine Mal 10,9° C., das andere Mal 11,3° C.

b. 4^h 30′ p. m. Luft 9,5° C. Regen 10,2° C.

Sehr heftiger Regenschauer.

c. 5^h 15′ p. m. Luft 9,2° C.

Regen mit Hagel vermischt. Temperatur des Regens allein 7,2° C. (siehe unten Seite 467).

No. 26. 22. September 10^h 15′ a. m. Luft 3,5° C. Regen 4,9° C.

Heftiger Regen, im Ombrometer bestimmt.

No. 27. 23. September a. 8^h a. m. Luft −1,95° C. Schnee.
b. 10^h „ „ +2,3 „ „

Westwind. Nur wenig tiefer als das Huthhaus verwandelte sich der Schnee in feinen Regen.

Wenn in hohen Gebirgen Regen- und Schneefälle abwechseln, lässt sich sehr häufig selbst bei Regen, die rasch auf einen Schneefall folgen, eine sehr merkliche Temperaturverschiedenheit zwischen den beiden Niederschlägen beobachten. Diese Verhältnisse scheinen sich auch bei den Niederschlägen in den Ebenen zu wiederholen und besonders zur Zeit der letzten und der ersten Schneefälle im Jahre einzutreten. Die latente Wärme des Schnees dürfte die wesentlichste Ursache sein; die Schneeflocken werden im Herabfallen allmählig schmelzen und kleiner werden, ohne ihre Temperatur zu ändern, während ein feiner Niederschlag, der bereits in Form von Regen angefangen hat, gewöhnlich sehr wenig von der Lufttemperatur abweicht. Bisweilen hat auch entschieden der Umstand grossen Einfluss, dass Schnee und Regen in solchen Fällen aus Wolkenschichten von verschiedenen Höhen fallen. Die folgenden Beobachtungen bieten einige Beispiele für ähnliche Verhältnisse.

(1851.) Unteres Ende des Lysgletschers . . . . 2023 M. 6229 Par.F.

No. 28. 17. September 4h p. m. Luft 3,8° C. Regen 5,6° C.

Gleichzeitig sehr dichter Nebel.

No. 29. 17. September 4h 30' p. m. Luft 3,2° C.

Regen und Schnee, später Regen allein.

Contamines.

No. 30. 28. October 7h a. m. Luft 5,0° C.

Feiner Regen mit Schnee gemischt.

No. 31. 28. October 7h 10' a. m. Luft 5,1° C. Regen 5,0° C.

Regen allein; durch Filtrirpapier bestimmt. Das Schneien hatte aufgehört, fing aber bald wieder an. Der Schnee verschwand sogleich, als er wenige Minuten auf dem Boden gelegen hatte.

Wenn während des Fallens von Hagel und Graupeln gleichzeitig der Regen fortwährt, so können, wie die folgenden Fälle zeigen, die Temperaturunterschiede zwischen dem Hagel und dem Regen, die gleichzeitig die Oberfläche der Erde treffen, sehr bedeutend werden.

Auf dem Abhange von der Scheideck gegen Rosenlaui wurden wir etwas unterhalb der Baumgrenze, bei 5800 bis 5500', von einem Hagelwetter überrascht; der Hagel war jedesmal reichlich mit Regen untermischt, bisweilen traten auch momentan heftige Regengüsse ohne Hagel ein. Der Regen scheint Anfangs kälter gewesen zu sein als die Luft; die relative Feuchtigkeit war unmittelbar vor dem Beginne des Regens nur 78, so dass eine Zeit lang die Verdunstung während des Herabfallens wesentlich dazu beitrug, die Regenwärme zu vermindern. Bis die Luft gesättigt war, hatte sich auch ihre Wärme durch die grosse Menge des Hagels rasch vermindert, und die Regentemperatur übertraf nun die Luftwärme um mehr als 1° C. Das gleichzeitige Fallen von Niederschlägen von so ungleicher Temperatur hing hier, wie sich sehr deutlich sehen liess, damit zusammen, dass die Wolkenschichten, welche die verschiedenen Niederschläge lieferten, sehr grosse Höhenunterschiede zeigten.

Die einzelnen Beobachtungen waren folgende:

No 32. Bei 5800' Höhe.

6. August 4h 50' p. m. Luft 13,5° C. Regen ohne Hagel 13,8° C.

Wenige Minuten später fing es an zu hageln; die Hagelkörner hatten im Mittel einen Durchmesser von 3 bis 4 Millimetern; bei einzelnen erreichte der Durchmesser 8 M.M. bis 1 Ctmeter.

Am Bretterboden Höhe nahe 4800 Par. F.

No. 33. 6. August 5h 50' p. m. Luft 10,4° C. Regen 11,6° C.

Der Regen war reichlich mit Hagel gemischt; dreifache Lagen von Filtrirpapier

waren auf eine sehr ebene Steinplatte ausgebreitet und dienten zum Auffangen des Regens, während gleichzeitig die Hagelkörner von der harten Unterlage rasch absprangen.

In Gressoney beobachteten wir ebenfalls einen Regen, der reichlich mit Hagel gemischt war. Wir fanden:

No. 34. 21. September 1851 12^h 30' p. m. Luft 7,4 ° C. Regen, der zugleich mit Hagel niederfiel, 6,4° C.

Das Filtrirpapier lag auf einem harten glatten Brette; die Hagelkörner waren nicht sehr gross und sprangen rasch ab.

Wir hatten auch auf dem Huthause im Höllenthale Gelegenheit eine ganz ähnliche Beobachtung anzustellen:

No. 35. Am 21. Sept. 1852 fiel um 5 Uhr Nachmittags ein Regen mit Hagel vermischt. Ein Filtrirpapier, auf eine hölzerne Unterlage aufgelegt, sog sehr deutlich das Wasser ein, während die Hagelkörner absprangen. Das Papier zeigte eine Temperatur des Regenwassers von + 7,2, die Luft hatte 9,2° C. Die Hagelkörner selbst hatten wohl beim Herabfallen sicher eine Temperatur unter 0. Als eine Quantität Körner rasch nach dem Niederfallen von einem Heuhaufen, auf dem sie sich angesammelt hatten, in ein kleines Glas gebracht wurden, zeigte ein hineingestecktes Thermometer — 0,8 ° C., obwohl ungeachtet aller Vorsicht die Hagelkörner durch die Berührung mit der Oberfläche der Erde und theilweise mit den Wänden des Glases etwas erwärmt sein mussten.

Bemerkungen über die gegenseitige Entfernung der Regentropfen.

Während des Regens am Huthhause vom 21. und 22. September versuchte ich die Zahl der Tropfen, welche in einer bestimmten Zeit auf eine gemessene Oberfläche fallen, zu bestimmen. Da bei den Bestimmungen der Regentemperatur durch beregnetes Filtrirpapier erst nach einer merklichen Zeit die vollständige Durchnässung stattfand, konnte man erwarten, bei einiger Vorsicht die Tropfen nachzählen zu können. Es wurde zu diesem Zwecke ein genau gemessenes Rechteck von weissem Filtrirpapier von 40 Ctmeter Länge und 20 Ctmeter Breite unter einer wasserdichten Decke (kleines Brett) ins Freie gebracht und horizontal aufgelegt. Auf ein gegebenes Zeichen wurde die Decke rasch entfernt und nach 30 Secunden wieder aufgelegt. Gleich der erste Versuch zeigte, dass die Tropfen sehr gut zu zählen waren und nur selten zwei derselben seitlich sich berührten und verflossen.

Am 21. September 4^h 30' bis 4^h 40' p. m. erhielten wir bei starkem Regen bei drei wiederholten Versuchen in 30 Secunden 90, 80 und 75 Tropfen auf den ausgesetzten Papierflächen. Die entstandenen Flecke waren, wie erwähnt, sehr bestimmt begrenzt und gut zu zählen. Die meisten waren kleine Kreise von 5 bis 8 M.M.

im Durchmesser; dazwischen zeigten sich aber auch sehr viele noch kleinere; ½tel etwa hatte 2 bis 3 M.M. im Durchmesser.

Um 5^h 30', während der Regen sich sehr vermindert hatte, wurde der Versuch wiederholt; allein jetzt gab dieser feine Regen so viele Tropfen und die benetzten Stellen lagen so dicht neben einander, dass es nicht mehr möglich war sie zu zählen.

Wir wiederholten den Versuch nochmals bei mässig feinem Regen am 22. September, liessen aber jetzt das Papier nur 15 Secunden ausgesetzt. Das Zählen war jetzt noch ziemlich gut ausführbar, obwohl bereits an manchen Stellen einzelne Flecke zusammengeflossen waren. Wir erhielten bei zwei Wiederholungen 342 und 275 benetzte Stellen. Der Unterschied in der Grösse der einzelnen Flecke war zugleich viel geringer.

In Beziehung auf die Schnelligkeit, mit welcher der Regen in der Nähe der Oberfläche der Erde ankömmt, ist der hübsche Versuch von Rozet[1] anzuführen, der die Schnelligkeit eines Eisenbahnzuges benützte, um aus der scheinbaren Neigung der Regentropfen die Geschwindigkeit des Falles derselben, die in Wirklichkeit nahe vertical herabfielen, zu bestimmen. Ist die Schnelligkeit des Wagens v, die Neigung, welche die Tropfen anzunehmen scheinen, φ, so ist z die Geschwindigkeit des Regens:

$$z = \frac{v}{\operatorname{tg}\varphi}.$$

Rozet fand so in einem Falle zwischen Beaune und Dijon die Geschwindigkeit eines grosstropfigen Regens gleich 11 Meter in der Secunde.

Gewöhnlich ist eine solche Beobachtung sehr schwer zu machen, theils weil der Regen nicht vertical fällt, theils deswegen, weil bei einem nur etwas starken Winde die Heftigkeit des Windes stets stossweise sich ändert und so auch bei gleicher Fallgeschwindigkeit die Neigung des Regens sich ändert. Eine Beobachtung, die ich am 14. Juli 1853 zwischen Gotha und Weimar während eines starken Gewitters und bei sehr heftigem Regen machte, schien mir jedoch ebenfalls gute Resultate zu geben, da die Regentropfen sehr gleichmässig fielen und zugleich nahe senkrecht herabkamen. Die Geschwindigkeit des Eisenbahnzuges bestimmte ich aus der Zeit, in der wir die Distanzen zwischen kleinen Ortschaften, an denen nicht angehalten wurde, zurücklegten; die Distanzen waren der Specialkarte der Thüringischen Bahn entnommen. Für die Bewegung des Zuges erhielt ich 32,5' in der Secunde; die scheinbare Neigung des Regens war 20°. Ich bestimmte sie mit dem kleinen Neigungsapparate Fig. 5 Taf. V.

Man erhält daraus eine Schnelligkeit des Regens von nahe 90 Fuss in der Secunde.

---

1) C. R. T. 32 S. 581 in Pogg. Annalen 86 S. 335.

Aehnliche Bestimmungen dürften bequemer auszuführen sein, wenn man die Neigung des Regens beim Herabfallen selbst bestimmte und diese mit der gemessenen Schnelligkeit des gleichzeitigen Windes vergliche[1].

---

4. Eiskrystalle im Stollen der Vincenthütte.

Unmittelbar neben der Vincenthütte befand sich ein Stollen, der, wie bereits oben S. 155 erwähnt, zur Ausbeutung einiger Golderzgänge angelegt worden war.

Das Mundloch dieses Stollens befand sich 80 Fuss tiefer als die Vincenthütte (9734 P.F.), also nahe 500 Fuss über der Schneegrenze am Monte-Rosa.

Die inneren Wände dieses Stollens, der nun seit vielen Jahren nicht mehr bearbeitet wurde, waren durch allmählige Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit mit einer zusammenhängenden Eislage überzogen, auf welcher Tausende von deutlich ausgebildeten Eiskrystallen aufsassen.

Die Dimensionen dieses Stollens waren sehr klein.

Die ganze Länge vom Eingange bis zum Ende betrug 135,5 P.F., die Höhe im Mittel 5 Fuss. Am Eingange selbst betrug sie, wegen der Erhöhung des Bodens, nur 4 Fuss; an einer kurzen Strecke nahe der Mitte 5,5 Fuss. Die Richtung war vom Eingange bis zu 90 Fuss Entfernung S. 55° W., von 90 Fuss bis zum Ende S. 40° W. Die Oeffnung war nach Ost-Nord-Ost exponirt und wurde auch im Hochsommer nur sehr kurze Zeit von der Sonne getroffen. Das hintere Ende liegt 6 Fuss höher als der Eingang.

Die Eisbildungen, welche dieser Stollen enthielt, waren, wie sich sogleich erkennen liess, von zweierlei Art. Auf dem Boden lag eine horizontale Schicht von glattem durchsichtigem Eise, die am Eingange nahe 1 Fuss Mächtigkeit hatte und sich bis 50 Fuss nach Innen erstreckte, indem sie gleichzeitig an Dicke abnahm; auf dieser sassen viele nierenförmige Erhöhungen, durch Abträufeln entstanden, wie Stalagmiten auf. Diese Eislage, ebenso wie ein Eisüberzug der unteren Theile der Wände, zeigte keine Krystalle und war nur durch Eindringen des atmosphärischen Wassers oder durch Schmelzen der an der Decke haftenden Eiskrystalle entstanden.

Diese letzteren waren am Eingange selbst nicht vorhanden; sie begannen erst bei 33 Fuss Entfernung, erreichten bei 94 Fuss ihre grösste Häufigkeit und verminderten sich wieder gegen das Ende. Sie waren also vom Eingange so weit entfernt, dass nur die gas- und nebelförmige atmosphärische Feuchtigkeit, nicht di-

---

1) Bei Gewittern liesse sich vielleicht, wenn die Höhe der Wolken bestimmt ist, die mittlere Schnelligkeit des Regens finden, indem man den Zeitunterschied zwischen dem Blitze und dem Eintreffen der plötzlichen Anschwellungen des Regens vergliche, da Abbé Renou's Versuche (Cosmos, revue encycl. 1853) zeigen, dass in den Wolken diese Vermehrungen des Niederschlages gleichzeitig mit der Entladung zu beginnen scheinen.

rectes Eindringen von Regen und Schnee ihre Bildung veranlassen konnte. Grubenwasser war nirgend vorhanden; es war dies ohnehin wegen der geringen Wärme der Felsen in solchen Höhen zu erwarten. Ein Thermometer, welches 10 Centimeter tief in einem alten Bohrloche eingeführt war, stand während unseres ganzen Aufenthaltes beständig unter 0 (−0,4 bis −0,8° C.).

Die vorherrschende Form der Eiskrystalle waren sechsseitige Tafeln, die sich zu strahlenförmig gestalteten Gruppen an einander reihten, eine Form, die bei den Schneeflocken häufig vorkömmt; auch hohle Pyramiden mit Prismenflächen fanden sich hier häufig[1]. Besonders interessant aber war das wiederholte Auftreten von deutlichen Rhomboëdern, die unmittelbar auf der Eisdecke des Stollens aufsassen; sie erreichten 2 bis 4 Millimeter Länge und fanden sich oft ziemlich zahlreich neben einander. Von den letzteren, ebenso von den sechsseitigen Tafeln gelang es uns Copien zu machen.

Die kleinen Eiskrystalle, deren Anzahl eine hinlängliche Wiederholung des Versuches gestattete, wurden in Wachs getaucht, welches zuerst geschmolzen war und dann soweit abgekühlt wurde, dass nur eine ganz kleine Stelle flüssig blieb. In diese wurde der Eiskrystall eingetaucht, der zwar sogleich schmolz, aber auch das umgebende Wachs erhärtete. Diese hohlen Formen wurden mit einem Tröpfchen Stearin ausgefüllt und so die positiven Copien erhalten[2].

Ich habe auf diese Weise sehr viele der kleinen Eiskrystalle copirt, die sich bei näherer Untersuchung ganz deutlich als Rhomboide zu erkennen gaben[3]. Sehr häufig war es der Fall, dass mehrere neben einander sitzende Krystalle die gleichnamigen Flächen gleich gerichtet hatten und gleichzeitig spiegelten. Auch bei mehren unserer Copien liess sich dies sehr gut beobachten. Die erhaltenen Stearincopien spiegelten zwar, allein die Flächen waren nicht eben genug, um Winkelmessungen mit Sicherheit vornehmen zu können.

An den Kanten der sechsseitigen Tafeln liessen sich sehr häufig auch die Flächen der sechsseitigen Pyramide erkennen[4].

---

1) Vergl. die Beobachtungen von ähnlichen Formen in Kuersinger und Spitaler's Besteigung des Grossvenedigers S. 87 und besonders die Beobachtungen von A. Schrötter in den Wiener Berichten, April 1853. Deutlich ausgebildete sechsseitige Tafeln werden sehr häufig in den höheren Theilen der Anden gefunden, wie Herr von Humboldt die Güte hatte uns mitzutheilen. Oft ist diese Form bei ziemlich starken Schneefällen die vorherrschende. Die Spanier nennen diese kleinen Eistafeln babacaras (Verwunder des Gesichtes).

2) Auch diese positiven Abformungen wurden an Ort und Stelle gemacht, da wir sehr gute Stearinkerzen bei uns hatten.

3) Bekanntlich hat Leuthold in Wien ein deutliches grosses Rhomboëder aus einer horizontalen Eisdecke durch Spalten erhalten.

4) Es war uns sehr interessant, mit diesem Vorkommen von Eiskrystallen auch das Auftreten gefrorner Bodenschichten ganz in der Nähe vergleichen zu können.

Diese fanden sich etwas tiefer bei 9200 Fuss nahe dem Bergwerke Le Piscie. Eine mächtige Schutthalde von 32° Neigung an der äusseren Oberfläche war an eine sehr steile Felsenwand angela-

Resultate.

1. Die Wassermenge in Haufenwolken betrug an schönen Herbsttagen im Maximum nur nahe das Doppelte der Wassermenge, welche die Atmosphäre bei gleicher Temperatur und Dichtigkeit enthalten konnte, ohne durch Nebel getrübt zu sein.

2. Die gewöhnliche Höhe des Cumulostratus betrug im September an günstigen Tagen 7000 bis 8000 Fuss; die obersten Cirri, wegen ihrer geringen Helligkeit selbst von hohen Standpunkten nur sehr schwer zu erkennen, scheinen nahe 40000′ zu erreichen.

3. Ausnahmsweise können Gewitterwolken die Höhe von 14000 bis 15000 Fuss erreichen; Hagelfälle sind noch über 8000 Fuss beobachtet worden.

4. Die Temperaturverhältnisse zwischen Luft und Regen und zwischen Luft und Schnee sind oft sehr verschieden. Schneefälle sind wegen der latenten Wärme des Wassers häufig, besonders in grossen Höhen, bedeutend kälter als die Luft. Feine Regen sind nahe gleich warm, stärkere sehr oft wärmer als die Luft zur gleichen Zeit. Das Letztere ist sowohl bei Regen in grossen Höhen der Fall, als auch bei Regen, die in die kältere Hälfte der Tagesperiode fallen. Die ursprüngliche (etwas wärmere) Temperatur der Regen bringenden Winde und der Wolken und auch die Condensation atmosphärischer Feuchtigkeit auf die Regentropfen während des Herabfallens scheinen die vorzüglichste Ursache hievon zu sein. Bei nicht gesättigter Atmosphäre sind gewöhnlich beim Anfangen des Regnens die Temperaturen des Niederschlages entschieden kälter als jene der Luft.

5. Gleichzeitiges Niederfallen von Schnee und Regen (wahrscheinlich auch jenes von Hagel und Regen) lässt sich von hohen Standpunkten aus gewöhnlich sehr deutlich als eine Folge von dem Vorhandensein verschiedener ungleich hoher Wolkenschichten erkennen.

6. Unter den Krystallbildungen durch Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit liessen sich nicht nur sechsseitige Tafeln und Pyramiden, sondern auch Rhomboëder von nicht unbedeutender Grösse auffinden.

---

gert; ein Stollen, ebenfalls zur Gewinnung von Golderzen, war durch diese Schuttmasse hindurch geführt und reichte dann ziemlich weit in den Felsen hinein. Nahe am Eingange war im September der Schutt frei von Eis; im Frühlinge jedoch liegt auch hier zwischen den Steinen eine feste Eismasse, welche das lose Gestein cementartig verbindet. 23 Fuss vom Eingange entfernt fanden wir bereits häufig Eis zwischen den Steinen, bei 39 Fuss war bereits jede kleine Lücke damit fest ausgefüllt. Hier findet auch, nach den bestimmten Versicherungen der Bergleute, weder in den verschiedenen Jahreszeiten, noch weniger in den verschiedenen Jahren eine Veränderung statt. Bei 60 Fuss nach einwärts verminderte sich diese Eismasse, und bei 80 bis 90 Fuss, sehr nahe zugleich dem festen Felsen, hatte sie ganz aufgehört. Am Felsen selbst hafteten jetzt weder Eiskrystalle, noch Schichten von gewöhnlichem Eise; sie sollen sich jedoch im Frühlinge, beim ersten Besuche des Stollens, zeigen. (Im Winter kann hier wegen der bedeutenden Höhe nicht gearbeitet werden.)

Diese Eismassen waren offenbar nur durch Gefrieren der Bodenfeuchtigkeit entstanden und sind analog den Schichten gefrorenen Bodens in Sibirien.

CAP. XIV.

ÜBER EINIGE OPTISCHE ERSCHEINUNGEN DER ATMOSPHÄRE.

INHALT.

1. Gestalt des Erdschattens am Monte-Rosa.

Nach Sonnenuntergang zeigt sich bekanntlich am östlichen Himmel der Dämmerungsbogen, der in dem Maasse dem Zenithe sich nähert, in welchem die Sonne allmählig sinkt. Das Ende der bürgerlichen Dämmerung ist der Moment, wenn der Dämmerungsbogen durch den Zenith geht; die Sonne hat dann eine Tiefe von 6° unter dem Horizonte.

Die astronomische Dämmerung kann als beendet betrachtet werden, wenn die Tiefe der Sonne 16° beträgt; damit fällt gewöhnlich zusammen, dass der Dämmerungsbogen ganz verschwindet und Sterne sechster Grösse sichtbar werden. Die kürzeste Dauer der bürgerlichen Dämmerung fällt nahe auf den 15. März und 29. September, die längste auf den 21. Juni; die kürzeste astronomische Dämmerung auf den 6. März und 7. October, die längste ebenfalls auf den 21. Juni[1].

Der Dämmerungsbogen ist die obere Grenze des Erdschattens, der beim Sinken der Sonne die Atmosphäre trifft; durch Contrast scheint gewöhnlich jener Theil des Firmaments, der unmittelbar an das kreisförmige Segment des beschatteten Raumes grenzt, etwas heller als es wirklich ist[2]. Die Grenze ist um so schärfer, je durchsichtiger die Atmosphäre in der Nähe des Beobachters ist und je mehr sich Dünste in der Nähe des Horizontes befinden, welche den Gegensatz zwischen Be-

1) Vergl. die Zeiten der Dämmerung für Frankreich berechnet in BRAVAIS Géographie physique Patria 1850 p. 34.

2) Siehe eine ähnliche Contrasterscheinung (in den Untersuchungen u. s. w. 1850) am Schatten des Grossglockners.

leuchtung und Beschattung bemerklich machen. Bei der Beobachtung der Dämmerungserscheinungen in den Ebenen können diese beiden begünstigenden Ursachen nicht gleichzeitig eintreten, da bei etwas trüber Atmosphäre auch ihre Durchsichtigkeit für den Beobachter geringer wird.

Auf hohen Bergen aber können beide Umstände sich vereinen; ja an schönen Tagen geschieht es gewöhnlich, dass in den tieferen Theilen durch die Strahlung der einzelnen Theile der Oberfläche die Erkältung, also auch die Vergrösserung der relativen Feuchtigkeit rascher nach Sonnenuntergang eintritt, als an den höheren Punkten. In Folge davon ist an schönen Tagen, von einem hohen Standpunkte gesehen, der Dämmerungsbogen bis zu einer Höhe von 6 bis 7° über dem Horizonte stets von überraschender Schärfe; er ist so deutlich begrenzt, dass es nicht selten gelingt, im Schatten zugleich Unregelmässigkeiten der Contouren zu erkennen, die von grossen Erhöhungen unmittelbar westlich vom Beobachter herrühren. Wir hatten Gelegenheit dies mit grosser Deutlichkeit und Regelmässigkeit von der Vincenthütte am Monte-Rosa zu beobachten. Die Erhöhung, die sich in der Mitte des Dämmerungsbogens befand und sehr deutlich als Hervorragung gesehen wurde, zeigte sich an jedem hellen Abend unmittelbar nach Sonnenuntergang. Sie war offenbar das Schattenbild der Monte-Rosa-Masse; ihr Auftreten war um so überraschender, da sie sich gerade dann zeigte, wenn gleichzeitig die Gipfel der Alpenkette in wunderbarer Klarheit vor uns ausgebreitet waren[1].

Ueber die Dauer der Dämmerung nach dem Sonnenuntergange in grossen Höhen sind bekanntlich sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen worden; nach HUGI ist sie ungewöhnlich kurz, nach SAUSSURE bemerkt man den Stand der Sonne noch bis spät in der Nacht durch einen lichten Schimmer am nordwestlichen Theile des Horizontes.

Ich glaube nach unserem wiederholten Aufenthalte in grösseren Höhen SAUSSURE's Ansicht beistimmen zu können; nur dürfte die Angabe SAUSSURE's über die Höhe der Helligkeit im Nordwesten, die er auf 8 bis 10° schätzt, etwas zu gross sein[2]. Durch directe Bestimmung mit einem Höhenkreise fand ich sie niemals über 2 bis 3°. Dass sie grösser *scheint*, ist eine Folge der oft sich wiederholenden Erscheinung, dass Gegenstände, die wir unter kleinen Höhenwinkeln sehen, stets zu

1) Bei wirklichen Nebelmassen findet häufig der Fall statt, dass man seinen Schatten auf die Nebelmasse projicirt sieht; auf dem Brocken ist diese Erscheinung, das sogenannte Brockengespenst, vielfach beobachtet worden. Auch in den Alpen, z. B. auf der Zugspitze am 10. September 1852, sahen wir dies sehr deutlich. Gewöhnlich sieht man den Schatten von farbigen Ringen umgeben, wenn die Erscheinung bei hinlänglicher Helligkeit und hohem Stande der Sonne eintritt. Von der hier angeführten Modification des Erdschattens aber sind die Schatten auf Wolkenmassen in der unmittelbaren Nähe wesentlich verschieden.

2) SAUSSURE Voyages IV §. 2090.

gross erscheinen, also auch zu hoch, wenn sie an ihrem unteren Ende vom Horizonte begrenzt werden[1].

Diese geringe Höhe der Helligkeit über dem Horizonte bewirkt zugleich, dass in hoch gelegenen Thälern die Dunkelheit auch an heiteren Tagen sehr rasch nach dem Sonnenuntergange folgen kann; da die Berge gewöhnlich eine Höhe über dem Horizonte haben, welche die Höhe dieses halben Segmentes bei weitem übertrifft; ich glaube, dass dies zugleich die an sich gewiss richtigen Beobachtungen HUGI's erklärt, die zunächst stets in hohen Thälern oder Firnmulden, nicht auf isolirten Kämmen und Gipfeln gemacht wurden[2].

Dieser Unterschied der Helligkeit und Höhe der Dämmerung scheint der Lichtvertheilung am Tage analog zu sein. Von hohen Bergen gesehen ist die Sonne scharf begrenzt und trennt sich, nur von wenig Strahlen umgeben, vom dunkeln Firmamente ab; während sie von den tieferen Theilen der Atmosphäre gesehen, stets von einem mehrere Grade breiten sehr hellen Scheine umgeben ist. Nach Sonnenuntergang bewirkt zwar die grosse Durchsichtigkeit, dass wir die beleuchteten Theile des Horizontes im Westen deutlicher, also auch länger, erkennen, aber die geringe reflectirende Kraft des Firmamentes scheint auch während der Nacht die Verbreitung dieses Lichtschimmers zu beschränken.

2. Veränderungen des Horizontes.

Auf sehr hohen und zugleich so gelegenen Punkten, dass man eine weite Ebene übersieht, lässt sich oft beobachten, dass der Horizont tiefer zu liegen scheint, indem uns durch die in der Tagesperiode sich ändernde Durchsichtigkeit der Luft die äusserste Grenze der sichtbaren Objecte näher gerückt wird. Auch hier tritt also eine Depression ein, aber nicht durch Refraction allein, sondern zum grössten Theile durch die erwähnten Veränderungen der Durchsichtigkeit, welche bewirken, dass uns zu gewissen Tagesstunden die Grenze, längs welcher wir die Berührung der Erde und des Firmamentes erkennen können, so viel näher gerückt wird, dass der Unterschied 4 bis 6 Grade erreichen kann, während die terrestrische Refraction nur auf ungleich kleinere Winkel sich beschränkt.

1) Das bekannteste Beispiel ist die scheinbare Vergrösserung der Sonnenscheibe in der Nähe des Horizontes; Sternbilder, auch Berge, Bäume und andere Gegenstände, wenn sie etwas fern sind, erscheinen ebenfalls um vieles zu gross, wenn man sie mit einem kleinen Gegenstande vergleicht, der, wegen seiner Nähe, in gleicher Grösse erscheinen sollte. Der Eindruck auf verschiedene Personen ist sehr ungleich. Ich glaube bemerkt zu haben, dass wiederholte Vergleiche dieser Art das Auge gewöhnen, die gleichen Gesichtswinkel für grosse ferne und für kleine nahe Gegenstände etwas besser zu beurtheilen.

2) HUGI naturhistorische Alpenreisen S. 183.

Am schönsten konnten wir dies Phänomen am Taglioferro, 2967 M. 9132 P.P., erkennen. Es stand unserer Hütte in geringer Entfernung gegenüber, zugleich projicirte sich seine Spitze auf die lombardisch-piemontesische Ebene.

Da unsere Hütte 600′ höher war, hätte der Horizont mit geringen Schwankungen stets oberhalb des Taglioferrogipfels bleiben müssen. Doch geschah es ungemein selten, dass er ihn überhaupt nur erreichte; gewöhnlich war der scheinbare Horizont Morgens unmittelbar nach dem Aufgehen der Sonne 2 bis 3 Grad tiefer, reichte aber gegen 9 Uhr, wo die Durchsichtigkeit eine günstigere zu sein schien, bis nahe an den Gipfel selbst hinauf; nur selten übertraf er ihn. Gegen Mittag hingegen bis gegen 2 oder 3 Uhr wurde der Berg scheinbar immer höher und also die sichtbare Grenze des Horizontes uns immer näher gerückt. Die scheinbare Erhöhung des Berges erreichte zu dieser Zeit nicht selten 5 bis 6°. Gegen Abend schien die Grenze des Horizontes wieder ziemlich gleichmässig bis zum Sonnenuntergang zu steigen.

---

3. Ueber das Alpenglühen und die relative Helligkeit der Schneeflächen.

Jeder Gegenstand, der in östlicher Richtung liegt, hört auf von den Strahlen der untergehenden Sonne beleuchtet zu sein, wenn derselbe bei dem allmähligen Emporrücken des Erdschattens von der oberen Grenze desselben, also vom Dämmerungsbogen, erreicht wird. Dadurch wird nicht nur seine absolute Helligkeit verändert, sondern auch die relative; er hebt sich jetzt dunkel von der Luft im Hintergrunde ab, während stark reflectirende Flächen, wie helle Kalkwände, schneebedeckte Abhänge, bedeutend heller sind als die Theile des Firmamentes im Hintergrunde, so lange sie unmittelbar von den Strahlen der Sonne getroffen werden.

Eine merkwürdige Ausnahme zeigen bekanntlich die Schneemassen der Alpengipfel. Hat der Erdschatten sie erreicht, so verschwindet das Abendroth von denselben, und auch sie heben sich jetzt entweder dunkel vom Hintergrunde ab, oder sie scheinen, ungeachtet der an sich sehr hellen Farbe ihrer Oberfläche, sich kaum vom Firmamente zu unterscheiden[1].

Wenige Minuten später beginnen aber die Flächen sich wieder hell vom Hintergrunde abzuheben, während gleichzeitig die allgemeine Helligkeit rasch abnimmt. Es ist dies die Erscheinung der zweiten Färbung, die bisweilen auch Al-

1) Eine ähnliche annähernde Gleichheit in der Helligkeit des Himmels und der Schneeflächen lässt sich auch im Winter an schneebedeckten Dächern u. s. w. beobachten; sie sind bisweilen an ganz trüben Tagen so nahe gleich hell mit der Luft, dass die dunkeln Kamine fast ohne Basis erscheinen. Gewöhnlich ist aber doch ein kleiner Unterschied vorhanden, der besonders dann deutlich wird, wenn man das seitliche Licht vom Auge abhält, indem man durch eine Röhre sieht.

penglühen[1] genannt wird, obwohl sie sich weniger durch die Lebhaftigkeit des Lichtes und der Farbe, als durch dessen Gleichmässigkeit und durch seinen Gegensatz gegen den tief violetten Hintergrund auszeichnet. Ueberdies ist die Farbe der Schneeflächen jetzt keineswegs entschieden roth, sondern von mehr grauer, fast schwach metallisch glänzender Art. Ich finde daher die Bezeichnung „zweite Färbung“ besser als „Alpenglühen“, da bei der letztern sehr leicht die wunderbare Pracht, in der bisweilen die Berge im Lichte der untergehenden Sonne erglänzen, mit diesem sehr verschiedenen Phänomene verwechselt wird. Der Ausdruck zweite Färbung, „seconde coloration“, ist in den französischen und piemontesischen Alpentheilen die gewöhnliche. Am Mont-Blanc z. B. werden, nach den ganz passenden in Chamouni gebräuchlichen Bezeichnungen, an ganz normalen Tagen folgende Abstufungen unterschieden:

1. Die „Coloration du Mont-Blanc“ bei Sonnenuntergang, die brillante rothe Färbung, welche in den deutschen Alpentheilen „Alpenglühen“ heisst. Wegen des erweiterten Horizontes für hohe Gipfel dauert dort die directe Sonnenbeleuchtung noch etwas fort, während die unteren Theile des Berges und die Thäler bereits im Schatten sind. Der beleuchtete Berggipfel trennt sich mit sehr bedeutender Helligkeit von dem ebenfalls noch direct beleuchteten Firmamente im Hintergrunde.

2. Die „Teinte cadavéreuse“, das Erbleichen, dessen Anfang mit dem Momente zusammenfällt, in welchem der Dämmerungsbogen mit dem Gipfel des Montblanc die gleiche Höhe erreicht hat. Jetzt geht der Gipfel 2 bis 5 Minuten dunkel gegen den Hintergrund ab. (Wenn der Himmel etwas bewölkt ist, tritt in der relativen Helligkeit keine weitere Veränderung ein.)

3. Die „Résurrection du Montblanc“, die zweite Färbung. Die Schneeflächen heben sich entschieden wieder hell vom Hintergrunde ab, und nehmen eine metallisch glänzende, nicht immer ins Röthliche spielende Farbe an.

4 a. Darauf folgt entweder die „Extinction“, das Erlöschen, wobei der Gipfel allmählich mit dem Hintergrunde gleiche Helligkeit annimmt und während der (mondlosen) Nacht kaum zu sehen ist, oder

4 b. eine „Lueur nocturne“, das nächtliche Glänzen, wobei der Gipfel während des grössten Theiles der Nacht hell vom Himmel abgeht. Dieses letztere ist von der Stellung der Sonne unabhängig; es zeigt sich sowohl in den östlich gelegenen Thälern, Val Ferret und Allée blanche, als es auch bei bedecktem Himmel eintreten kann, wenn, was bisweilen geschieht, die Wolkenhöhe so bedeutend ist, dass ein beträchtlicher Theil der etwas unterhalb des Gipfels gelegenen Firne, z. B. an den Grands Mulets, während der Nacht im Thale sichtbar bleibt.

---

1) Das brillante Alpenglühen ist immer mit directer Beleuchtung der Berge verbunden. Durch die unregelmässige Vertheilung des Wasserdampfes geschieht es nicht selten, dass die Sonne selbst an solchen Tagen weniger roth ist, indem dann die das Licht färbenden Massen der Wasserdämpfe mehr in östlicher als in westlicher Richtung vom Beobachter liegen.

Es ist auf hohen Bergen in den inneren Theilen der Alpen sehr selten möglich, die Sonne unmittelbar am Horizonte untergehen zu sehen. (In den Ebenen tritt der Untergang der Sonne, durch die Refraction verspätet, gewöhnlich dann ein, wenn die wirkliche Zenithdistanz nahe 91° beträgt.) Gewöhnlich verschwindet die Sonne hinter den wellenförmigen Unebenheiten des Terrains etwas früher, bisweilen hinter Höhen von 2 bis 3° Erhebung.

In Bern fand Herr WOLF[1], dass die röthliche Färbung der Berge bereits bemerkbar wurde, wenn die Zenithdistanz der Sonne 85° erreichte. Von der Vincenthütte aus und am Pavillon des Aargletschers zeigte sich gewöhnlich an ganz schönen Tagen die erste Färbung bereits etwas früher. Vielleicht hat dies seinen Grund darin, dass die grössere Durchsichtigkeit der Luft die ersten feinen Farbenuancen besser zu erkennen erlaubt, als dies an den tieferen Standpunkten der Fall ist.

Das glänzendste Abendroth zeigt sich an den Schneeflächen bei einer Zenithdistanz der Sonne von 87 bis 89°. Die Röthe nimmt nun (an günstigen Tagen) bis zum Untergange der Sonne zu, während die absolute Helligkeit bereits etwas abnimmt. Die äussersten Spitzen der höchsten Alpengipfel bleiben noch beleuchtet, bis die Sonne 2 bis 3° unter den Horizont gekommen ist. Der Gegendämmerungsbogen hat jetzt die höchsten Gipfel erreicht, die sich auch unmittelbar darauf dunkel gegen den Hintergrund abheben.

Nun beginnt sehr rasch die allgemeine Helligkeit sich zu vermindern, während am westlichen Himmel noch ein sehr helles Segment von 8 bis 10° Höhe sich erhält. Die von diesem Lichte beleuchteten Schneemassen fangen jetzt plötzlich an sich wieder hell vom Hintergrunde abzuheben, da die Luft selbst eine viel geringere reflectirende Kraft hat als die weissen Flächen der Berge. Diese relative Helligkeit kann bisweilen so gross werden, dass die Berge aufs neue von der Sonne getroffen scheinen. Ist der Himmel im Westen sehr hell, so erscheinen die Berge deutlich röthlich, auch dann, wenn das Licht am westlichen Himmel verhältnissmässig wenig roth ist; die Röthe der Schneeflächen wird dadurch hervorgebracht, wie das Abendroth, dass die Sonnenstrahlen eine mit Wassergas erfüllte Atmosphäre durchlaufen, und es ist deshalb gewöhnlich bei sehr heiterem Wetter an den Schneeflächen röther als am westlichen Himmel, weil die reflectirten Strahlen einen grösseren Weg zurückzulegen haben, ehe sie in unser Auge gelangen; ja bei sehr starkem und dann gewöhnlich etwas lichtarmen Abendroth sind die Berge dunkler (obwohl noch immer hell gegen den Hintergrund) und zugleich verhältnissmässig weniger roth, als an ganz heiteren Abenden.

KÄMTZ, Meteorologie III S. 65, schreibt ebenfalls die Röthung der Berge beim Alpenglühen dem Beleuchten durch den westlichen Theil des Firmamentes zu; allein

1) Abhandlungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern 1852. Diesen sehr belehrenden Aufsätzen über die Färbung des Alpenpanoramas von Bern vor und nach dem Sonnenuntergange liegen Beobachtungen vom Nov. 1850 bis Nov. 1851 zu Grunde.

die charakteristische Eigenthümlichkeit der zweiten Färbung der Alpengipfel ist weniger ihre neue Röthung, als vielmehr der Umstand, dass sie aufs Neue leuchtender werden, als das Firmament im Hintergrunde. Die zweite Färbung endet gewöhnlich, wenn die Sonne 95 bis 96° Zenithdistanz erreicht hat; dann beginnen zugleich die Alpengipfel, von den Ebenen am Rande der Alpen gesehen, in der allgemeinen Dämmerung zu verschwinden. Von hohen Bergen und in grosser Nähe gesehen, bleiben jedoch schneebedeckte Berge oft eine lange Zeit der Nacht hindurch hell gegen den Himmel, aber nur in einem so geringen Grade, dass sich dies von der zweiten Färbung nach Sonnenuntergang wesentlich unterscheidet; vergl. oben S. 476 Montblanc 4 b. Ich werde sogleich versuchen, einige ähnliche Fälle näher zu besprechen. Die zweite Färbung selbst (nämlich Nr. 3 S. 476) tritt nicht, wie das zuerst erwähnte Phänomen Nr. 4 b, an Schneeflächen allein auf; sie zeigt sich auf allen Bergen, die stark reflectirende Oberflächen haben; wir hatten schon früher[1] einen sehr ähnlichen Fall angeführt, in welchem die Dolomite des Fassathales diese Erscheinung in ihrer ganzen Eigenthümlichkeit zeigten.

Diese zweite Färbung zeigte sich, wie das Abendroth an schönen Tagen, mit grosser Regelmässigkeit, und tritt demnach, in Beziehung auf die Häufigkeit, eben so oft auf, als ein mässig schöner Sonnenuntergang.

Eine besondere Lebhaftigkeit des Roth, die bisweilen der Ansicht der Alpen einen wundervollen Reiz verleiht, gehört stets der ersten Färbung, nämlich jener durch die directen Strahlen der untergehenden Sonne an; während die zweite Färbung sehr häufig zwar deutlich, aber doch so schwach ist, dass sie leicht übersehen werden konnte.

Vor dem Aufgange der Sonne tritt bekanntlich ebenfalls der Gegendämmerungsbogen auf; aber der Contrast der Helligkeit ist jetzt viel geringer, ebenso wie auch die Morgenröthe viel weniger lebhaft ist als die Abendröthe; es ist daher ungemein selten, dass man die hier besprochenen Erscheinungen des Abends am Morgen in umgekehrter Folge beobachten kann. Obwohl wir in geringer Entfernung von der Vincenthütte die östliche Abdachung des Montblanc in ihrer vollen Breite übersahen, konnten wir doch während unseres Aufenthaltes vom 3. bis 16. September kein einziges Mal die entsprechenden Phänomene vor dem Aufgange der Sonne mit Sicherheit erkennen.

Da ich im Folgenden einige andere Erscheinungen anführen werde, die entschieden mit einem Selbstleuchten des Schnees und des Eises zusammenzuhängen scheinen, will ich hier zugleich erwähnen, warum man das Alpenglühen oder die zweite Färbung derselben nach Sonnenuntergang zunächst nur der Beleuchtung durch den westlichen Theil des Himmels und keiner Phosphorescenz zuzuschreiben scheint. (Wenn auch von Schneeflächen die Helligkeit durch Phosphorescenz etwas

1) Untersuchungen u. s. w. 1850 Seite 452.

gesteigert werden sollte, so ist doch jedenfalls dieser Theil des Lichtes nur ein sehr geringer.)

Am wichtigsten dürfte dabei der Umstand sein, dass helle Bergflächen jeder Art, auch wenn sie nicht mit Schnee bedeckt sind, diese Erscheinung zeigen, während die nächtliche Helligkeit (Nr. 4 b) nur an Flächen von Schnee und Eis vorgekommen ist, und zwar unabhängig von dem Vorhandensein eines hellen Abendhimmels und von der Exposition derselben gegen Westen und Nordwesten.

Das Fehlen der entsprechenden Phänomene am Morgen konnte zwar, da es hier mit dem Mangel einer vorhergehenden Insolation zusammenfällt, Phosphorescenz des Abends vermuthen lassen; doch erklärt sich, wie bereits erwähnt, der Mangel des Alpenglühens am Morgen weit einfacher durch die geringeren Gegensätze zwischen dem beleuchteten und dem nicht beleuchteten Theile des Firmaments.

Entschiedene Phosphorescenz scheint hingegen bei folgenden Phänomenen einzutreten:

Während der ersten Nachtstunden bemerkt man bisweilen an den schneebedeckten Flächen der Alpengipfel, in den Ebenen im Winter auch an anderen Schneeflächen, eine eigenthümliche Helligkeit, welche in den Alpen gesehen, an die zweite Färbung nach Sonnenuntergang erinnert, und auch häufig unmittelbar an diese sich anschliesst, ohne jedoch, wie ich glaube, mit dieser zusammenzuhängen. Ich führe zunächst einige Beispiele an.

Von der Vincenthütte bemerkten wir mehre Male, besonders in der Nacht vom 12. zum 13. September 1851, dass die Schneeflächen während der ganzen Nacht hell vom Hintergrunde sich erhoben, obwohl das Firmament mit einer gleichförmigen Wolkenschicht bedeckt war; ungeachtet nahe Vollmond war, zeigte nirgends der geringste Glanz einzelner Wolkenstellen das Vorhandensein von Wolkenlücken an, die uns etwa parallactisch verdeckt gewesen wären. Auch in den Thälern Piemonts und der Schweiz bemerkten wir mehrmals eine grössere Helligkeit der Schneeflächen im Gegensatze zum gleichmässig bedeckten Himmel. Da es aber in Thälern nicht möglich ist, den Horizont so gut zu überblicken, wie auf der Vincenthütte, wäre es in diesen Fällen nicht ganz ausgeschlossen gewesen, dass seitliche Beleuchtungen stattfanden, obwohl hier die Abwesenheit des Mondes und die ganze Beschaffenheit des Wolkenhimmels dies nicht erwarten liessen.

Als Beispiele für ähnliche Verhältnisse dürften noch folgende Beobachtungen angeführt werden.

Herr Prof. Bertz theilte mir mit, dass er bei einem Uebergange über den Col de Bâlme in einer ganz finstern Nacht, wobei es nicht möglich war die nächsten Gegenstände zu unterscheiden, den Glacier des Bois über die Breite des Chamounithales ganz deutlich als eine helle Fläche sehen konnte.

Im Wallis wurde 1851 im Winter eine ähnliche Erscheinung an den Flächen der schneebedeckten Abhänge des Rhonethales bemerkt[1].

Während des Aufenthaltes von AGASSIZ auf dem Pavillon wurde mehrmals eine eigenthümliche Helligkeit des Gletschers, der hier nahe 100 Meter tiefer liegt, bemerkt[2]. Vom Pavillon aus gesehen lag die hellste Stelle unmittelbar am Ufer; als man aber auf dem Eise selbst umherging, lag die hellste Stelle zu den Füssen des Beobachters, also an jener Stelle, die dem Auge am nächsten war.

Man sah die Erscheinung am deutlichsten, wie zu erwarten, in recht finsteren Nächten.

Die hier angeführten Erscheinungen weisen sehr deutlich auf ein Selbstleuchten des Schnees durch Phosphorescenz hin. Schnee und Eis, besonders das letztere in grossen Stücken, phosphoresciren zwar schwach, aber ganz deutlich, wenn sie bei einer Temperatur von mehreren Graden unter 0 dem Licht ausgesetzt und dann in ein dunkles Zimmer gebracht werden. Das Licht scheint ein bläuliches zu sein.

Auch PLACIDUS HEINRICH hat bei seinen zahlreichen Unsersuchungen über die Phosphorescenz der verschiedenen Körper das Eis untersucht und schwach phosphorescirend gefunden[3].

Auch während des Winters $18^{52}/_{53}$ hatte ich in Berlin öfter Gelegenheit, eine Helligkeit des Schnees im Grossen zu beobachten, welche deutlich auf eine Phosphorescenz desselben hinzuweisen scheint, besonders am 27. Februar 1853. In der Stadt war es ungemein deutlich, dass die Dächer bei einem ganz grauen und gleichförmig bedeckten Himmel hell vom Hintergrunde sich abhoben[4]. Um ein etwaiges Mitwirken der Beleuchtung in den Strassen auszuschliessen, begab ich mich diesen Abend nach Schöneberg, wo um 9 p. m. die (verhältnissmässig grosse) relative Helligkeit des Schnees sowohl auf den Dächern als auf der Ebene sehr deutlich war. Die Erscheinung trat jedoch während des ganzen Winters verhältnissmässig sehr selten ein, keineswegs in jeder ganz bedeckten und dunkeln Nacht. Eine plötzliche Bewölkung, der noch wenige Stunden vorher eine lebhafte Insolation vorhergegangen ist, auch starke Kälte in der Nacht, während der Schnee vom Tage her etwas mit Wasser durchdrungen ist, was jetzt gefriert, scheinen besonders günstig zu sein. Dagegen gelang es mir nie diese Helligkeit zu beobachten, wenn kurz vor dem Eintreten der Nacht noch ein frischer Schneefall stattgefunden hatte, obwohl der ganz

1) Cosmos, Revue encyclopédique 1852 S. 356

2) Vergl. DÉSOR, Nouvelles excursions S. 169 – 172.

3) PLACIDUS HEINRICH über die Phosphorescenz der Körper. Wegen des ungemein schwachen Lichtes phosphorescirender Körper (DROPER Phil. mag. 6 ser. 81 – 101 schätzte es beim Chlorophon nur auf $\frac{1}{3288}$ des Lichtes einer schwachen Oellampe) ist es nöthig, dass der Beobachter selbst im dunkeln Raume bleibt und die zu untersuchenden Körper mit möglichst sorgfältigem Ausschliessen andern Lichtes einschieben lässt.

4) Auch Herr Prof. G. WIEDEMANN, den ich bat darauf zu achten, hatte es in dieser Nacht und im Laufe des Winters noch dreimal, aber weniger deutlich gesehen.

frische Schnee immer an sich etwas weisser ist als jener, der bereits einige Tage hindurch den kleinen Niederschlägen des atmosphärischen Staubes ausgesetzt war.

Die mit verhältnissmässig kleinen Körpern angestellten Versuche über Phosphorescenz zeigen allerdings eine weit kürzere Dauer, während die nächtliche relative Helligkeit des Schnees mehrere Stunden, oft die ganze Nacht hindurch anhält. Es könnte dies vermuthen lassen, dass hier ähnliche Lichterscheinungen sich mit der Phosphorescenz verbinden, wie man sie bei dem Festwerden flüssiger Körper hie und da beobachtet hat; dafür scheint besonders der Umstand zu sprechen, dass diese Erscheinung sowohl an Bergen als in den Ebenen vorzüglich dann eintrat, wenn der Schnee vom Tage her etwas mit Wasser durchtränkt war, was Nachts allmählig gefror.

Die relative Helligkeit des Schnees war nie sehr bedeutend, sehr oft, wie erwähnt, so gross, dass man sie bestimmt erkennen, aber doch zugleich nur an solchen Flächen wahrnehmen konnte, die unmittelbar vom Firmamente begrenzt waren[1].

---

4. Beobachtungen und Bemerkungen über die chemische Wirksamkeit des Lichtes.

Die chemische Wirkung des Lichtes wurde durch die Schwärzung eines mit Chlorsilber inprägnirten Papieres untersucht. Ich benützte dabei das von Herrn Schall in Berlin angegebene Verfahren, wobei das Papier zwar nicht sehr empfindlich wird, aber zugleich durch die Präparation eine stets gleiche Empfindlichkeit gesichert bleibt, so lange dieselbe Papierkarte angewandt wird.

Herr Schall, der mir erlaubte seine Präparation des empfindlichen Papieres hier mitzutheilen, verfährt auf folgende Weise:

Streifen von leicht geleimten Kartenpapier, etwa von der Stärke des Bristolpapiers, aber von etwas geringerer Glätte und Consistenz, werden zuerst in eine vollkommen gesättigte Salmiaklösung gebracht und verweilen in derselben 2 bis 3 Minuten; dann werden sie zwischen Fliesspapier getrocknet.

Die zweite Präparation geschieht unmittelbar nach dem Trocknen durch Eintauchen in eine Auflösung von Höllenstein in Ammoniak. Diese Flüssigkeit wird

---

1) Es gelang mir nie, ein Maass dieses Helligkeitsunterschiedes aufzufinden. Gewöhnlich wird nach den Versuchen von Lambert angenommen, dass für mässig helle Flächen $\frac{1}{60}$stel des Helligkeitsunterschiedes hinreicht, um die beiden Flächen als verschieden hell unterscheiden zu können. Bei so schwachem Lichte, wie in den vorliegenden Fällen, dürfte aber der Unterschied gewiss bedeutend weniger betragen haben. — Dass dies nächtliche Leuchten des Schnees nicht vom Luftdrucke begünstigt wird, glaube ich aus einigen Versuchen mit (durch Wärme) phosphorescirenden Flussspathen bestimmt erkannt zu haben. Unter der Luftpumpe, in der sich gleichzeitig ein Thermometer befand, erloschen sie stets nahe in gleicher Zeit mit jenen, die in der freien Luft (bei gleicher Wärme) und ebenfalls in einem ganz dunkeln Raume beobachtet wurden.

so hergestellt, dass in einem nur mässig hellen Raume das Ammoniak auf Höllenstein gegossen und dasselbe nun so lange tropfenweise zugesetzt wird, bis die Trübung der Flüssigkeit verschwindet, ein Moment, der mit einiger Uebung sehr leicht mit grosser Schärfe eingehalten werden kann.

Diese Flüssigkeit wird dann in einem geschwärzten Fläschchen aufbewahrt. Das Papier liess ich gewöhnlich 5 Minuten in der Silberauflösung; dann wurde es (in einem dunkeln Raume) zwischen Fliesspapier getrocknet und in einer nahe luftdicht zugeschraubten Holzbüchse bis zum Gebrauche aufbewahrt.

Die Papiere behalten so ihre Empfindlichkeit 24 Stunden mit grosser Zuverlässigkeit unverändert; bei den Versuchen wurden aber stets Papiere angewandt, die nur wenige Stunden vorher präparirt waren.

Die silberhaltige Flüssigkeit behält eine sehr günstige Gleichförmigkeit ihrer Wirkung bei. Wenn auch nach und nach etwas Ammoniak verdunstet, so entsteht zugleich ein dunkler Silberniederschlag, der aber auf den präparirten Papieren nicht haftet. Ich habe noch jüngst (1854) ein Fläschchen Silberlösung untersucht, das ich bei den Versuchen 1851 benützte, und erhielt ganz gleiche Resultate, wie bei der Anwendung einer ganz frisch hergestellten Auflösung.

Grösse des Apparates. Die beiden Glasfläschchen hatten einen quadratischen Durchschnitt und packten sich so sehr bequem in eine kleine Holzkapsel. Sie waren mit Korken verschlossen, die zugleich mit einer dicken Lage von Siegellack verklebt waren, das bei jedem Schliessen der Flaschen erneuert wurde. Diese Art des Verschliessens schien mir besser als die Anwendung von eingeriebenen Glasstöpseln, da bei so concentrirten Lösungen, wenn sie zugleich beim Transporte geschüttelt werden, häufig zwischen dem Hals der Flasche und dem Glasstöpsel Ablagerungen entstehen, die das Oeffnen der Flaschen fast unmöglich machen.

Die Papiere waren beim Eintauchen so geschnitten, dass sie eine Reihe 10 bis 15 loser Streifen bildeten, die am obern Ende zusammenhingen, und zugleich so lang waren, dass man nie nöthig hatte die benetzten Stellen zu berühren. Die Breite der Streifen betrug 5 M.M., die Länge gegen 10 Centimeter, wovon ein Stück von 5 bis 6 Centimeter Länge in die Flüssigkeiten eintauchte. Wenn man das so geschnittene Papier am obern Ende rollte, so erhielt man eine kleine Rolle, welche man sehr bequem in den Hals der Flaschen einbringen konnte, und deren zu präparirenden unteren Theile durch die Drehung selbst hinreichend weit sich gegenseitig entfernten, um sich nicht zu berühren.

Beobachtung. Das Papier wurde durch eine Klappe, die des besseren Anschliessens wegen mit schwarzem Sammt ausgeschlagen war, gegen die Oberfläche eines rechtwinklichen vierseitigen Kästchens[1] von Holz festgeklemmt. Das Kästchen

1) Es befanden sich in demselben verschiedene Kleinigkeiten, wie Siegellack, Pincette, ein Röhrchen für Beobachtungen ohne seitliches Licht u. s. w.

wurde nun vertical auf die Richtung der Sonnenstrahlen gebracht, indem die Stellung desselben so lange verändert wurde, bis nach keiner Seite ein Schlagschatten entstand.

Die Berührung einer Feder bewirkte, dass sich nun ein Theil der Klappe zurückschlug und ein Streifen des präparirten|Papieres von 2 Centimetern Länge blosgelegt wurde. Die Zeit des Aussetzens betrug 15 Secunden. Dann wurde der Deckel zugeklappt und in einem beschatteten Raume die Schwärze des Papieres mit der Scala verglichen.

Die Scala bestand aus sehr sorgfältig aufgetragenen grauen Tönen, die so fortschritten, dass eine zweimal grössere Zahl des Scalentheiles der Schwärzung entsprach, die bei doppelter Aussetzungszeit eintrat[1].

Die Beobachtungen SCHALL's im directen Sonnenlichte waren um 9^h und 12^h mit gleichzeitiger Einwirkung des blauen Lichtes des Himmels gemacht[2]; in den Sommermonaten wurden noch um 6 Uhr Morgens ebenfalls Beobachtungen im directen Sonnenlichte angestellt.

Um einen Ueberblick der Veränderungen der chemischen Wirkung des Lichtes zu erhalten, waren zunächst die absoluten Maxima zu vergleichen, da nur diese auf die Abhängigkeit der Intensitält der chemischen Wirkung des Lichtes von der Höhe der Sonne zu schliessen erlauben. Die beobachteten Maxima sind in einer verhältnissmässig kurzen Periode von zufälligen Störungen der Durchsichtigkeit nicht völlig befreit, wie die Vergleichung der Zahlen der folgenden Tabelle deutlich zeigt.

Stellt man jedoch der entsprechenden Höhe der Sonne nicht das Mittel der zur gleichen Zeit beobachteten chemischen Wirkungen gegenüber, sondern vergleicht man nur die grösste, die beobachtet wurde, so lässt sich auch aus den Beobachtungen eines Jahres, wie ich glaube, ein allgemeiner Ueberblick dieser Verhältnisse gewinnen.

In der folgenden Tabelle sind Maxima der ganzen Beobachtungsreihe für 12 Uhr und 9 Uhr Morgens zusammengestellt. Die entsprechende Höhe der Sonne H wurde für 12 Uhr erhalten aus

$$H = 90 - \varphi + \delta$$

1) Ich halte es jedoch nach einigen neuen Versuchen für besser, nur die Zeit der Aussetzung zu verändern, bis die erhaltene Färbung mit einer bestimmten Nuance übereinstimmt.

2) Andere Beobachtungen, Mai und Juni um 4^h p. m., die anderen Monate um 3^h p. m. das ganze Jahr hindurch, wurden im Schatten eines Hauses mit Ausschluss des directen Sonnenlichtes gemacht. Die Maxima dieser Beobachtungszeiten waren:

Januar	3^h	6 W.	Juli	3^h	22 W.
Februar	„	9	August	„	20
März	„	12	September	„	19
April	4	10	October	„	13
Mai	„	16	November	„	5
Juni	„	16	December	„	4

wobei φ die Polhöhe, 52° 30′, δ die Declination der Sonne bezeichnet; für die Beobachtungen um 9 Uhr (und jene um 6 Uhr) Morgens aus der Formel

$$\sin H = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos t;$$

es genügte vollkommen, nur die ganzen Grade zu berechnen.

Maxima der chemischen Wirkung des Lichtes in Berlin.

April bis December 1851. Januar bis März 1852.

Monat.	Beobachtungen um 12h.			Beobachtungen um 9h a. m.		
	Tag.	Chem. Wirkung.	Sonnenhöhe.	Tag.	Chem. Wirkung.	Sonnenhöhe.
Januar	3	12	14,5°	11	12	6°
	15	14	16			
Februar	24	24	28	10	19	13
	25	22	28			
März	22	33	38	25	26	27
	31	36	41,5			
April	2	28	42	22	24	36
	22	28	49,5			
Mai	22	30	58	24	28	43
	29	30	59			
Juni	29.	42	65	11	32	45
	30	44	60,5	20	36	45
Juli	23	44	57,5	5	42	45
	30	44	56	31	42	43
August	7	44	54	7	45	40
	13	44	52	30	42	32
	21	44	50			
September	18	37	39,5	13	37	27
	23	36	37,5	27	36	24
October	1	38	34	16	31	18
	11	36	30,5			
	19	33	28			
November	8	15	21	11	14	8
December	19	12	14			
	28	11	14	22	8	5

Ich versuchte, durch graphische Interpolation für 12 Uhr und 9 Uhr die Curve der Maxima der chemischen Wirkung, welche einer bestimmten Sonnenhöhe entsprechen, zu construiren; da die beiden Reihen um 12^h und um 9 Uhr[1], besonders bei geringer Sonnenhöhe, nicht unbedeutende Unterschiede zeigten, wurde jede Curve einzeln construirt.

Die günstigsten Tage fielen in den August, der auch den absolut grössten Werth, 45° der photometrischen Scala, lieferte, und zwar um 9 Uhr Morgens. Es lässt sich daher erwarten, dass in anderen Jahren, in welchen die günstigsten Witterungsverhältnisse zugleich mit der grössten nördlichen Declination der Sonne zusammenfallen, noch etwas intensivere Wirkungen des Lichtes beobachtet werden können.

Aus der Construction der Curven, die auch in Taf. XVII enthalten sind, ergaben sich folgende Maxima-Werthe für die chemische Wirkung bei verschiedenen Sonnenhöhen um 9 Uhr und um 12 Uhr.

Maxima der chemischen Wirkungen des Lichtes aus den Beobachtungen zu Berlin 52° 30′ N.Br. berechnet.

Sonnenhöhe.	Chemische Wirkung am		Ch. W. 9^h – Ch. W. 12^h
	9^h	12^h	
5°	8,5	—	
10	19	—	—
15	27,5	14	13,5
20	32,5	24	8,5
25	36,5	30	6,5
30	40	35	5,0
35	43	39	4,0
40	44	42	2,0
45	45	44	1,0
60	—	(46?)	—

Bei noch früheren Beobachtungsstunden als 9 Uhr scheint derselbe Unterschied noch fortzudauern.

Bei 15° Sonnenhöhe war im Juli (am 24sten) Morgens 6 Uhr das beobachtete Maximum der chemischen Wirkung 32 Grad, während das entsprechende Maximum um 9 Uhr nur 27,5, um 12 Uhr nur 14° zu erreichen scheint.

Diese Erscheinung hängt wohl zum grössten Theile von den täglichen Veränderungen der Feuchtigkeit ab, welche zugleich die Durchsichtigkeit der Atmosphäre modificirt.

1) Der scheinbare Durchmesser der Sonne ist im December um mehr als 1 Minute, also nahe um den 30sten Theil grösser als im Juni; dies scheint sich aber hier nicht bemerkbar zu machen, da gleichzeitig die Feuchtigkeitsverhältnisse so wesentliche Veränderungen erfahren.

Die Durchsichtigkeit ist in den Morgenstunden stets grösser als Mittags, es wird also auch die Absorption durch die Atmosphäre geringer sein, wenn eine bestimmte Sonnenhöhe bereits um 9 Uhr Morgens erreicht ist; grösser hingegen, wenn dieselbe Höhe erst gegen Mittag erreicht wird. Dieselbe Ursache bedingt zugleich, dass in den ersten Nachmittagsstunden, besonders zwischen 2 bis 4 Uhr, die chemische Wirkung des Lichtes geringer ist als in den Vormittagsstunden, denen dieselbe Sonnenhöhe entspricht. Die Beobachtungen SCHALL's geben darüber keinen unmittelbaren Aufschluss, da sie des Nachmittags im Schatten angestellt waren. Ich selbst versuchte jedoch im Frühling und Sommer 1853, durch wiederholte Beobachtungen die Wirkung um 9 Uhr und um 3 Uhr an möglichst günstigen Tagen zu vergleichen. Ich erhielt als Mittel:

Mittel verschiedener Beobachtungen bei 45° Sonnenhöhe.

um 9	Uhr	36°
„ 12	„	38°
„ 3	„	35°

Die günstigsten Tage für die chemische Wirkung des Lichtes am Mittage, ebenso für die Stärke der gleichzeitigen Insolation, und besonders für die Grösse der Durchsichtigkeit, sind, wie ich mich oft zu überzeugen Gelegenheit hatte, nur selten solche Tage, welche ganz frei von Wolken sind; gewöhnlich ist dann Mittags ein allgemeiner lichter Dunst verbreitet, der die Wirkung des Lichtes schwächt; Morgens ist sehr oft die Durchsichtigkeit auch bei ganz wolkenfreiem Himmel dem Maximum sehr nahe; Mittags scheinen Tage mit Haufenwolken oder selbst grösseren, aber gut begrenzten Wolkenbildungen die günstigsten zu sein.

Ich benützte durch die Güte des Herrn Prof. DOVE die Aufzeichnungen des meteorologischen Institutes für Berlin, um die Bewölkung mit der Intensität der chemischen Wirkung zu vergleichen; diese Beobachtungen waren zwar nicht um 12 Uhr, sondern um 2 Uhr angestellt, können aber dessen ungeachtet zu einer annähernden Vergleichung dienen.

An denselben Tagen, an denen die oben Seite 484 angeführten Maxima jedes Monates beobachtet wurden, war der Zustand des Himmels unter 29 Fällen

9 mal heiter,
12 „ halbheiter,
5 „ zeigten sich grössere Wolkenmassen.

Ich benützte zugleich Prof. DOVE's Tabellen, um die Monatsmittel der beobachteten chemischen Wirkung mit Werthen zu vergleichen, die annähernd die mittlere Bewölkung ausdrückten, indem ich für die Bezeichnungen des Journals: heiter, halbheiter bis trübe und Regen, Zahlen von 0 bis 100 substituirte.

Die beiden Mittelwerthe sind in der folgenden Tabelle enthalten; ihre Vergleichung, wenn sie auch nur eine ganz oberflächliche sein kann, scheint doch zu zeigen, dass der verhältnissmässig grosse Werth für den August wesentlich seinen

Grund in den Witterungsverhältnissen dieses Jahres hatte, und dass in Jahren von gleicher Bewölkung für Juni, Juli und August das Maximum des Monatsmittels wohl für den Juni erwartet werden dürfte.

Mittlere chemische Wirkung des Lichtes, verglichen mit der mittleren Bewölkung.
Berlin $18^{51}/_{52}$.

Monat.	Intensität der chemischen Wirkung.	Bewölkung.	Monat.	Intensität der chemischen Wirkung.	Bewölkung.
Januar	7,7	77	Juli	30,7	62
Februar	10,1	76	August	32,0	44
März	19,7	71	September	23,3	78
April	14,4	70	October	17,6	63
Mai	17,6	70	November	8,5	70
Juni	24,5	55	December	8,5	77

Um die chemischen Wirkungen des Lichtes in grossen Höhen zu untersuchen, wo bekanntlich die Durchsichtigkeit der Atmosphäre grösser ist, benützte ich einen Apparat, der mit jenem, den Schall in Berlin anwandte, möglichst vergleichbar war, auch das eingetauchte Papier war ganz genau dieselbe Sorte; die erhaltenen Resultate konnten daher auch mit den in Berlin angestellten Beobachtungen verglichen werden, da ich mich überdies durch directe Versuche überzeugt hatte, dass eine Temperaturveränderung von nahe 30° C. keinen bemerkbaren Unterschied in der Färbung des dem Lichte ausgesetzten Papieres hervorbrachte.

Um unmittelbar den Einfluss des Luftdruckes zu prüfen, wurden zwei Papiere gleichzeitig durch Abheben einer schwarzen Pappschachtel dem directen Sonnenlichte und dem zerstreuten Lichte in einem Zimmer ausgesetzt; zugleich lag jedesmal das eine dieser Papiere unter der Glocke einer Luftpumpe bei 420 M.M.[1] Luftdruck, das andere befand sich unter einer ganz ähnlichen Glocke, unter welcher der Luftdruck wie aussen jedesmal nahe 760 M.M. war.

Bei jeder Wiederholung dieser Versuche zeigte sich, dass auch der Luftdruck auf die Färbung des Papieres ohne einen an der Scala ablesbaren Einfluss blieb, obwohl die Zeit der Aussetzung im zerstreuten Lichte bei einigen Versuchen und schwachem Lichte statt 15 Secunden auf 4 Minuten verlängert wurde.

Die letzten Versuche wurden erst nach unseren Beobachtungen in Piemont in Berlin gemacht; der erstere Versuch aber auf der Vincenthütte selbst[2].

---

1) Die Verdünnung wurde an einer gewöhnlichen Luftpumpe durch Einbringen eines Aneroids bestimmt.

2) Es befand sich dort, noch von der Zeit des früheren Bergbaues im Stollenberge, ein Blasebalg, den wir benützten eine Schaufel sehr zu erwärmen, die dann etwas unterhalb des Thermometers angebracht wurde.

Indem ich die vereinzelten Beobachtungen übergehe, da es bei diesen sehr schwer ist die wirklichen Maxima von solchen Beobachtungen zu unterscheiden, bei denen Störungen der Durchsichtigkeit der Luft die Resultate veränderten, theile ich zunächst die Beobachtungen auf der Vincenthütte mit. Die Zeit der Aussetzung war 15 Secunden.

Die Höhe der Sonne über dem Horizonte war, für den 10. September berechnet, folgende:

7^h	13°	10^h	$41\frac{1}{2}$°
8^h	24°	11^h	47°
9^h	33°	12^h	49°

Um 12 Uhr Mittags waren wir, wie bereits früher erwähnt, sehr häufig Stunden lang in Wolken und Nebel eingehüllt, innerhalb derselben färbte sich das Papier nur sehr wenig, wozu gewiss auch die rothe Färbung des Lichtes beim Eindringen in die Nebelmasse wesentlich beitrug; wir erhielten dann in 15 Secunden gewöhnlich nur eine Färbung gleich 1 bis 2 der Scala[1].

Wir hatten während unseres 14tägigen Aufenthaltes nur zwei sehr günstige Tage für diese Beobachtungen, die wir um so eifriger für dieselben benützten, weil uns bereits die bisherige sehr geringe Färbung aufgefallen war; nächst dem 10. und 16. Sept. war der 4. der reinste, den ich zur Vergleichung noch beifüge.

Chemische Wirkung des Lichtes[2].

Vincenthütte 3162 M. 9734 P.F. September 1851.

Stunde.	September		
	4.	10.	15.
7^h a. m.	5	8	8
8 „	8	10	—
9 „	12	11	10
10 „	12	14	13
11 „	13	16	16
12 „	13	16	17
1^h p. m.	12	15	16
2 „	11	13	15
3 „	—	10	10
4 „	—	9	—
5 „	—	6	4

1) Auch bei klarer Luft am Beobachtungspunkte selbst, aber bei starker allgemeiner Bewölkung, besonders wenn die Höhe der Wolken nicht bedeutend ist, können in den Ebenen oft überraschend geringe Färbungen des Chlorsilberpapieres vorkommen. Das Mittags-Minimum vom Juni betrug bei Schall's Beobachtungen während eines Gewitters einmal nur 7, ein anderes Mal nur 2° seiner Scala.

2) Vergl. A. von Humboldt's Bemerkungen über die Ungleichheit der chemischen Wirkung des Lichtes zu Stunden, die gleich weit vom Mittag abstehen.

Die chemische Wirkung ist auffallend gering. In Berlin zum Beispiel betrug sie, ebenfalls bei ganz schönem Wetter, am 10. September um 9 Uhr Morgens 32, am 15ten 36 Grade.

In Turin erhielten wir mit derselben Flüssigkeit, die wir bereits auf der Vincenthütte benützt hatten, noch am 6. October 1851 29 Grade; an unserem Papiere und an der Art des Präparirens der Auflösungen, die stets dieselben waren, kann es demnach nicht gelegen haben. Dass der Luftdruck unmittelbar keine geringere Färbung des Papieres bedingt, ebenso wenig die Unterschiede der Lufttemperatur, ist ebenfalls bereits erwähnt worden.

Dass in grossen Höhen die chemische Wirkung des Lichtes auf die Chlorsilberpapiere sich bedeutend geringer zeigt, ergeben auch viele vereinzelte unserer Beobachtungen; z. B. am Gipfel des Monte-Rosa, 4648 M. 14284 P.F., hatten wir an einem Tage, dessen Durchsichtigkeit wir an einer der grossartigsten Rundsichten beurtheilen konnten, nur 10° des Photometers, am 28. Aug. 1851; auf der Vincentpyramide, am 12. September, ebenfalls bei den günstigsten Wetterverhältnissen, 14° (13003 P.F.).

Dieses Resultat war uns allerdings ganz unerwartet. Wir hatten früher, Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 440, berichtet über einige Wiederholungen von Saussure's Experimenten mit gefärbten Papieren; Saussure selbst hatte Bänder angewandt, deren Farbenveränderungen noch langsamer einzutreten scheinen, als jene an Papieren, die mit Krapplack gefärbt waren. Sowohl bei Saussure als bei uns hatte sich ergeben, dass die Bänder damals oben etwas rascher gebleicht wurden als unten. Als wir aber jetzt diese Versuche wiederholten, und zugleich die mit Chlorsilber präparirten Papiere damit verglichen, zeigte sich, dass die gefärbten Bänder nur an solchen Tagen oben rascher gebleicht wurden, an welchen vorüberziehende Nebel und darauf folgende grelle Sonnenbeleuchtung abwechselten; oder an Tagen, während welcher die Atmosphäre dem Sättigungspunkte so nahe war, dass die Bänder durch hygroscopisches Ansaugen des Wassers beständig etwas feucht waren. Da in den tieferen Regionen an schönen Tagen, besonders Mittags, die Atmosphäre vom Sättigungspunkte stets viel weiter entfernt ist, als an den hohen Punkten, so tritt vorzugsweise an den letzteren diese fortwährende Befeuchtung ein, und wirkt dann wie das Begiessen der Leinewand auf das Bleichen derselben. An schönen und zugleich sehr trockenen Tagen war auch an sehr hohen Orten keine Beschleunigung des Bleichens zu bemerken. (Ueberdies erfordert diese Methode ein Aussetzen von Bändern oder von carminrothen Papieren von mehreren Stunden, ehe ein sichtbarer Unterschied der Färbung zwischen dem besonnten und dem nicht dem Lichte ausgesetzten Theile bemerkbar wird.) —

Die Versuche mit den photometrischen Papieren wurden auch 1852 in den bayerischen Alpen wiederholt, nachdem ich mich zugleich mit einem anderen Photometer, aus zwei gegen einander verdrehbaren Nichol'schen Prismen bestehend, ver-

sehen hatte. Am vorderen Ende des kleinen Apparates war eine Scheibe aus mattem Glase angebracht, welche eine excentrisch gestellte kleine Marke trug; das Verschwinden und Wiedersichtbarwerden der Marke bei einer bestimmten Drehung war das Maass der Helligkeit der Beleuchtung.

Da die Abnahme der Helligkeit nahe der relativen Umdrehung um 90° für gleiche Drehungen rascher sich verändert, als bei geringeren Veränderungen der gegenseitigen Stellung der Prismen, wurden noch einige matte Gläser vorgelegt, welche bewirkten, dass der Punkt bereits unsichtbar wurde, wenn der Zeiger auf nahe 50 statt auf 90° stand. Dieser kleine Apparat wurde auf dem Kramer (6085') und auf dem Krotenkopfe (6000') mit dem Photometer verglichen. Für das Photometer hatte ich zugleich während dieser Tage correspondirende Beobachtungen in Partenkirchen (durch die Gefälligkeit meines Bruders Adolph)[1].

Die chemische Wirkung war gleichzeitig am Krotenkopfe um 4°, am Kramer um 3° geringer als in Partenkirchen, während die NICHOL's in der Helligkeit der Sonnenscheibe selbst keine Veränderung erkennen liessen.

Die geringere chemische Wirkung des directen und[2] zerstreuten Lichtes in grossen Höhen scheint vorzüglich von der Helligkeit des Himmels bedingt. Während in geringeren Breiten, z. B. in der heissen Zone, bei zunehmender Dunkelheit des Himmels für gleiche Stunden auch die Höhe der Sonne wächst, ist für grosse Höhen nur das Abnehmen in der Helligkeit[3] des Blau übrig, was allerdings theilweise durch die etwas geringere Absorption des directen Lichtes ersetzt wird. Da gerade das Blau die wirksamste Farbe ist, so scheint die bedeutende allgemeine Dunkelheit des Himmels in grossen Höhen zugleich der wesentlichste Grund davon zu sein, dass die chemische Wirkung des Lichtes eine geringere ist[4].

Einigen Antheil daran scheint auch der Umstand zu haben, dass das Firmament unmittelbar neben der Sonne, von den Ebenen gesehen, gewöhnlich sehr hell ist und dort einen deutlichen oft mehrere Grade hellen Schein um die Sonne bildet. Ueberdies ist im Allgemeinen hier der Himmel in ziemlicher Entfernung von der Sonne auch stets etwas heller als auf der entgegengesetzten Seite in gleicher Höhe

---

1) Auf der Zugspitze konnte der Versuch wegen des Nebels nicht gemacht werden.

2) Es gelang mir nicht, das directe Sonnenlicht allein auf das photographische Papier wirken zu lassen, da wir keine Vorrichtung hatten, um das Papier in einer so engen Röhre genau in die Richtung der Sonnenstrahlen zu bringen und in derselben zu erhalten. (Wir hoffen bei späteren Versuchen unseren Heliostaten dazu benützen zu können.)

3) Man nimmt gewöhnlich an, dass das vom Himmelsgewölbe reflectirte Licht den achten Theil des Gesammtlichtes betrage; diese Annahme bezieht sich aber nur auf niedrige Punkte in mittleren Breiten.

4) Der wesentliche Antheil, den das vom blauen Himmel reflectirte Licht an der chemischen Wirkung des vollen Tageslichtes mit Einschluss der directen Besonnung hat, zeigt sich ungemein deutlich, wenn man die Wirkung des zerstreuten Lichtes allein an chemischen Papieren beobachtet. Die Färbung, die solche Papiere im Schatten noch annehmen, ist verhältnissmässig bei weitem intensiver, als photometrische Vergleichungen anderer Art zwischen dem directen Sonnenlichte und dem zerstreuten Tageslichte ergeben.

über dem Horizonte; befindet sich der Beobachter so im Schatten, dass nicht sehr viel des Firmamentes, seitlich von der Sonne, verdeckt ist, so lässt sich an reinen Tagen zu allen Stunden die Stellung der Sonne aus der Vertheilung der Helligkeit am Firmamente erkennen. In grossen Höhen aber fehlt der helle Raum neben der Sonne, mit Ausnahme der Morgen- und Abendstunde, fast gänzlich, und die Helligkeit des Blau ist so gleichmässig in jeder Richtung vertheilt, dass man im Schatten eines Berges stehend kaum anders als aus der Richtung des Schattens die Gegend, in welcher die Sonne steht, erkennen kann.

Einige kleine Beobachtungen am 28. Juli 1851 während der Sonnenfinsterniss, am Rigi (5574'), zeigten, dass die Helligkeit der Sonne, wenn man sie ganz allgemein der Grösse der unbedeckten Fläche annähernd proportional setzte, ungleich langsamer sich änderte, als die Färbung des Papieres. Hier hatte wohl ebenfalls die grosse Dunkelheit des Himmels, also die bedeutende Verminderung des reflectirten blauen Lichtes einen wesentlichen Einfluss; zugleich entstanden, wie sich von diesem Standpunkte an den sonst weissen oder nur wenig röthlich-gelben Flächen der schneebedeckten Berge dieses schönen Panoramas erkennen liess, entschiedene Trübungen durch Condensation des Wasserdampfes, da die Temperatur dem Thaupunkte sich bedeutend näherte; gleichzeitig traten auch röthliche Färbungen an allen Schneebergen auf; diese Einwirkung der Atmosphäre auf das durchfallende Licht muss ebenfalls wie zur Zeit des Sonnenauf- und Unterganges zur Verminderung der chemischen Wirkung des Lichtes viel beigetragen haben. Die Färbung des Papieres war vor der Finsterniss 28, um 4 Uhr, nahe der Zeit der grössten Dunkelheit, 2,0, nach der Finsterniss, 5^h 10', 22[1].

Bei sehr sorgfältigen Beobachtungen über das Sonnenspectrum[2], welche KUHN in München während der Sonnenfinsterniss vom 28. Juli 1851 angestellt hatte, zeigte sich, dass die Linien und Streifen während der verschiedenen Phasen der Finsterniss denselben unveränderlichen Ort beibehielten, den sie zu anderen Zeiten eingenommen haben, indem die Messungen, die vor, nach und während der Finsterniss angestellt wurden, keine merklichen Unterschiede wahrnehmen liessen.

Die Intensität der Farben wurde nicht nur viel geringer als unter den gewöhnlichen Verhältnissen gefunden, sondern es zeigten sich auch in Bezug auf die Ausdehnung der Farbenstreifen besondere Unterschiede.

---

1) Dass die chemische Wirkung durch die gleichzeitig eintretende Färbung wesentlich verändert war, liess sich aus folgender kleinen Beobachtung deutlich sehen.

In einem etwas verdunkelten Zimmer, in welchem die Färbung des Papieres in 15 Secunden nur 2 wird, ist es kaum möglich kleinen Druck in der gewöhnlichen Entfernung zu lesen. Am Rigi aber konnten wir um 4 Uhr die Zahlen der KÖHLER'schen Logarithmentafeln ohne alle Anstrengung in der Entfernung des deutlichen Sehens lesen.

2) Bulletin phys. et mathém. St. Petersburg T. XI.

Die Beobachtungen des Spectrums wurden um 1 Uhr Mittags begonnen und bis gegen $2\frac{1}{4}$ Uhr fortgesetzt. Nach dem Eintritt, den man hier um $3^h\ 7'\ 52{,}0''$ wahrnahm, wurden die Lichtbeobachtungen bis $4^h\ 40'$ fortgesetzt. Das Ende der Finsterniss trat $32'\ 22{,}1''$ später ein.

Von 4 Uhr an liess sich ganz deutlich eine allmählige Ausbreitung des grünen Streifens gegen das Blau hin wahrnehmen; nach und nach sah man den blauen Streifen verschwinden, und konnte zugleich seine Anfangsstelle sowie seine andere Grenze während des Verschwindens deutlich unterscheiden. Dagegen wurde vom grünen Streifen fast der ganze hellblaue Antheil des Spectrums verdeckt. Nach und nach wurde auch der violette Antheil des Spectrums viel schmäler; an seine Stelle trat ein Dunkelgrau — eine farblose Stelle — und von $4^h\ 15'$ bis $4^h\ 28'$ konnte vom blauen und violetten Streifen nichts mehr wahrgenommen werden; gegen $4\frac{1}{2}$ Uhr trat zuerst wieder der violette und gegen $4^h\ 33'$ der blaue Streifen deutlich hervor, bis gegen $4^h\ 40'$ das Spectrum wieder seine sämmtlichen Farbenabstufungen zeigte; jedoch war die Intensität des Lichtes noch immer sehr schwach; im gelben Streifen war dies besonders auffallend.

Von einzelnen Farbenstreifen konnten die Grenzen während der Finsterniss ziemlich deutlich angegeben werden, wenigstens so deutlich, wie es sonst unter keinerlei Verhältnissen der Fall war.

Die Anzahl der Linien wurde nach und nach während der Finsterniss im Roth und Orange auffallend geringer, um so auffallender war die Vermehrung der dunkeln Linien im Violet und an der Stelle, den der violette Streifen im Spectrum gewöhnlich einnimmt.

CAP. XV.

ÜBER DIE VERBREITUNG UND DIE AUSDEHNUNG DER GLETSCHER IN DEN VERSCHIEDENEN ALPENGRUPPEN.

INHALT.

Erläuterung der allgemeinen Darstellung. Untersuchung der einzelnen Alpentheile. Mittlere Resultate für die Zahl der Oberfläche; für die Tiefe, bis zu der die Gletscher hinabreichen. Zusammenhang mit den climatischen Verhältnissen.

Erläuterung der Tafel XVIII.

In der folgenden Abhandlung habe ich versucht die Zahl der Gletscher, die Fläche, die sie bedecken, und die Tiefe, bis zu welcher sie in die Thäler herabsteigen, in den verschiedenen Theilen der Alpen zu vergleichen.

Die Untersuchung dieser Verhältnisse lässt zunächst die Bedingungen erkennen, unter welchen sich die Gletscher vorzugsweise bilden. Sie bietet zugleich Gelegenheit die Grösse der Einwirkung zu beurtheilen, welche diese Eismassen auf die Vertheilung der Wärme ausüben können.

Die Zahl der Getscher suchte ich theils nach unseren eigenen Beobachtungen in den verschiedenen Theilen der Alpen, theils mit Benützung der grösseren Karten zu bestimmen. Besonders war es uns dabei sehr wichtig, dass uns mit grosser Zuvorkommenheit gestattet wurde, die Karten des österreichischen, sardinischen und französischen Generalstabes für die betreffenden Alpentheile während unserer Reise von 1851 in den Originalaufnahmen selbst zu vergleichen.

Die Unterscheidung der Gletscher vom Terrain ist zwar auf diesen Karten nicht immer auf gleiche Weise ausgedrückt; vergleicht man jedoch zuerst Alpentheile, für welche man die zu untersuchenden Verhältnisse bereits kennt, mit ihrer Darstellung auf der Karte, so wird es sehr leicht, die Bezeichnungsweise derselben sicher zu beurtheilen und auch für einzelne nicht besuchte Theile die Zahl und die Grösse der Gletscher daraus abzuleiten.

Bei der Trennung der Gletscher erster und zweiter Ordnung, den primären und secundären Gletschern, ist gewiss die Grösse einer der besten Anhaltspunkte. Man kann 15000 bis 18000 Fuss Längenentwickelung, mit Einschluss der Krümmungen, als Minimum für die Gletscher erster Ordnung annehmen. Aber secundäre Gletscher im Allgemeinen unterscheiden sich zugleich durch ihre Lage, durch das gegenseitige Verhältniss der Länge und Breite und durch ihre Neigung. — Sie liegen gewöhnlich in hohen Seitenthälern, in muldenförmigen Vertiefungen der Bergzüge; sie sind also im Verhältnisse zu ihrer Breite weniger lang und gewöhnlich auch weit stärker geneigt. Nur an Punkten, wo grössere Gletscher fehlen, kömmt es bisweilen vor, dass secundäre Gletscher durch ihre Lage im Hauptthale und durch ihre sehr geringe Neigung den primären ähnlicher werden. In diesem Falle muss zunächst die Grösse entscheiden.

Zu den secundären Gletschern wurden im Folgenden auch einige ziemlich grosse und regelmässig gestaltete gezählt, wenn sie sich zur Seite eines Hauptgletschers befinden und diesem so nahe stehen, dass sie bei einiger Ausdehnung mit ihm zusammenstossen und dann nur einen Zufluss desselben bilden würden. Als Beispiele nenne ich den oberen Aletschgletscher im Berneroberlande, den Hochjochgletscher in der Oetzthalergruppe u. s. w.

Die Neigung allein kann am wenigsten über diese Eintheilung entscheiden. Bei den primären Gletschern ist sie zwar im Allgemeinen sehr gleichmässig und gering, 3—10°. Bei den secundären Gletschern ist sie hingegen sehr verschieden. Einzelne, wie die Madatschgletscher, nordöstlich vom Gipfel des Ortles, sind sehr steil; andere, z. B. der Rothemoosgletscher im Gurglerthale, sind eben so flach und regelmässig wie die primären Gletscher.

Das Auftreten der Gletscher in den Alpen ist auf die höheren Gruppen derselben beschränkt. Sie erstrecken sich von dem nord-südlich streichenden Theile der cottischen Alpen über die ganze Masse der Centralalpen bis zu den östlichen Theilen der Tauernkette.

Die südlichsten Gletscher sind jene in den französischen Alpen. Den östlichsten fand ich in Kärnthen (nach den österreichischen Karten) auf dem Hafnerberge im Villacher Kreise.

In der Abschätzung sowohl der Zahl als der Grösse der Gletscher ist es nicht immer möglich, alle Einzelnheiten mit Schärfe zu bestimmen. Um jedoch wenigstens innerhalb der einzelnen Gruppen jene Verhältnisse erkennen zu lassen, welche mir als die wesentlichsten Anhaltspunkte dienten, werde ich im Folgenden die Details für die einzelnen Alpentheile vorlegen.

Ich möchte zugleich erwähnen, dass für die allgemeinen Resultate nur mittlere Werthe berücksichtigt wurden, und diese gerade durch die grosse Zahl der unterschiedenen Gruppen den wahren Verhältnissen wohl ziemlich nahe gebracht sind.

In einer graphischen Darstellung (Tafel XVIII) versuchte ich die Vertheilung

der Gletscher erster Ordnung, die Höhe der Schneegrenze und die mittlere Höhe der secundären Gletscher zu vereinigen. Die Gruppen, durch verticale Striche getrennt, entsprechen jenen grösseren geographischen Abtheilungen, welche man gewöhnlich in den Alpen unterscheidet. Innerhalb derselben wurden mehrere Male noch andere einzelne Gruppen berücksichtigt. Bis zum Mont-Blanc ist der Durchschnitt nach Norden, von hier nach ONO. gerichtet. Der Längenmaassstab verhält sich zum Höhenmaassstabe gleich 1 : 20.

Am oberen Rande jeder einzelnen Gruppe sind die vorzüglichsten Berge derselben vereinigt; um ihre Formen noch möglichst kenntlich zu erhalten, wurden die Neigungen nicht in dem entsprechenden Verhältnisse steiler gemacht. Die Schneegrenze ist durch eine punktirte Linie, die Zone der secundären Gletscher durch ein dunkleres Weiss unterschieden. Einige sehr steil geneigte Gipfel, nämlich der Monte-Viso, der Mont-Cervin und die oberste Spitze des Monte-Rosa, wurden als schneefreie Felsen eingetragen, da an ihnen wegen der Steilheit des Terrains der Schnee nicht haftet, obwohl sich ihre Gipfel weit über die Schneelinie erheben.

Die Gletscher erster Ordnung sind mit ausgezogenen Linien, einige secundäre Gletscher mit punktirten Linien conturirt. Die einzelnen Gletscher folgen sich von West nach Ost; da die ganze Alpenkette auf eine Fläche projicirt ist, so konnte es nicht vermieden werden, Gletscher, die auf verschiedenen Abdachungen liegen, hier unmittelbar neben einander zu stellen.

Die Höhe der Gletscherenden wurde mit SCHL. bezeichnet, wenn sie entweder aus unseren Bestimmungen allein oder aus dem Mittel zwischen diesen und anderen Beobachtungen abgeleitet wurde; wo keine Höhe bestimmt war, wurde eine annähernde Höhe aus dem zunächst liegenden direct bestimmten Punkte und der Neigung der Thäler abgeleitet. Die Breite der Streifen schliesst sich annähernd den Oberflächen der Gletscher an.

Betrachten wir nun die Gletscherverhältnisse der einzelnen Alpentheile.

Untersuchung der einzelnen Alpentheile.

Cottische Alpen.

Nur in der Nähe des Mont-Pelvoux befinden sich einige grössere Gletscher[1], nämlich:

1) Glacier d'Arlefroide 5781′ 1880 M. GUERIN,
2) „ du Mont de Lans 6773′ 2200 M. VILLARS,

1) Nach BRAVAIS Géographie phys. de la France 153.

3)	„	de la Grave	6003′	1950 M.	Bravais,
4)	„	de l'Arsine oder du Casset	5445′	1772 M.	Guerin.
		Mittlere Höhe	6000′	1950 M.	

Die Gletscher auf der Westseite, jene von Chardon, Turbat, la Bérarde und la Bonnepierre, können wohl nur zu den Gletschern zweiter Ordnung gerechnet werden. Noch kleiner sind jene secundären Gletscher, die sich auf der Chaîne des Rousses, auf der Kette vom Tabor zum Monte Viso oder in den Umgebungen des Grand Charnier befinden. Die meisten dieser letzteren entfernen sich nicht sehr weit von der Schneegrenze.

Ich schätzte die Zahl der secundären Gletscher nach der Vergleichung von verschiedenen Karten auf 40 bis 50, die mittlere Höhe = 6800 P.F. = 2210 M.

Graiische Alpen.

Die Zahl der Gletscher dürfte 30 kaum übersteigen; sie befinden sich am zahlreichsten in den Umgebungen des Pic de Cogne und in der Nähe des Mont-Iséran; nur der Isèregletscher, aus welchem die Isère entspringt, zeichnet sich durch seine Grösse etwas aus; allein mit den primären Gletschern anderer Alpentheile verglichen ist er nicht sehr bedeutend zu nennen.

Die Höhe der secundären Gletscher liess sich, da die meisten an den Abhängen der Berge in kleinen Vertiefungen liegen, sehr gut von mehreren hohen Punkten aus annähernd bestimmen; ich fand sie gewöhnlich 7000 bis 7200′; da aber noch einige Gletscher in den Thälern selbst tiefer herabreichen, habe ich als Mittel 6900′ 2240 M. angenommen.

Penninische Alpen.

A. Umgebungen des Mont-Blanc.

Als Grenzen wurden der Col du Bonhomme und der Pass des grossen St. Bernhards angenommen; alle Gletscher erster Ordnung befinden sich auf den Abhängen des Mont-Blanc-Massiv selbst.

Die 8 primären Gletscher sind:

1)	Miagegletscher	4986′	1620 M.	Schl.
2)	Brenvagletscher	4155′	1350 „	Schl.
3)	Tré-la-tête-Gletscher	(5000′)	(1630) „	Schl.
4)	Bionnassaigletscher	4410′	1442 „	Schl.
5)	Bossonsgletscher u. Tacconeygletscher	3243′	1054 „	Schl.
6)	Mer de glace oder Glacier des Bois	3433′	1115 „	Schuckburgh.
7)	Argentièregletscher	(4340′)	(1410) „	Schl.
8)	Tourgletscher	4884′	1554 „	Martins.
	Mittel	4310′	1450 M.	

Die Höhe von 1, 3 und 7 wurde der Vollständigkeit wegen annäherungsweise bestimmt; der Bossons- und Taconaygletscher sind nur als 1 Gletscher aufgeführt, weil sich die Trennung zwischen beiden nicht bis in das Firnmeer erstreckt. Es sind diese beiden Enden nur durch die Spaltung eines einzigen Gletschers längs einer dazwischen liegenden Felsenmasse entstanden. Aehnliche Trennungen kommen oft vor, aber gewöhnlich ist der trennende Felsenkamm weit kürzer; als solche Formen sind die Enden des Macugnaga-, des Rosenlauigletschers, der Pasterze u. s. w. zu nennen.

Die secundären Gletscher dieser Gruppe sind am zahlreichsten in der Allée blanche, im Val Ferret und auf der Nordseite des Mont-Blanc im Drancethal; manche sind als secundäre Gletscher von ziemlicher Ausdehnung.

Einige andere befinden sich auf den Abhängen zur Seite der grösseren Gletscher, vorzüglich des Glacier des Bois, des Argentièregletschers u. s. w.

Die Zahl der secundären Gletscher fand ich mit gleichzeitiger Benützung der sardinischen Originalaufnahmen und der Karte des Glacier des Bois von Forbes gleich 54; ich glaube jedoch in runder Zahl 60 annehmen zu dürfen.

Die Höhe des Alléeblanchegletschers, der aus drei Zuflüssen besteht und das oberste, westliche Ende dieses Thales einnimmt, fand ich 6650 Fuss; jene der Gletscher von Pré de Bar und Triolet, die in ähnlicher Weise das Val Ferret schliessen, kann nach Saussure's Bestimmung der Höhe von Pré de Bar zu 6200 bis 6300, angenommen werden. Im Drancethale erreichen die Gletscher noch etwas grössere Tiefen.

Die höchsten Stände zeigen die kleinen Seitengletscher auf jenen Bergabhängen, an deren Fusse Gletscher erster Ordnung das Thal ausfüllen. Die Gletscher auf den Abhängen der Aiguille de Charmoz, auf dem Mont-Blanc, des Mont-Tacal gehören wohl zu den höchsten in dieser Gruppe. Die mittlere Höhe wird aber durch sie nur wenig verändert, da dieselben nicht zahlreich sind. Sie kann hier für alle Gletscher zweiter Ordnung im Mittel zu 6600′ = 2150 M. angenommen werden.

Für die Gletscher in den Umgebungen des Mont-Blanc erhalten wir daher folgende Resultate:

Zahl der Gletscher 68, davon 8 primäre, 60 secundäre.
Verhältniss der primären zu den secundären = 8:60 = 1:75.

Mittlere Höhe der primären Gletscher	4310′	1450 M.
„ „ „ secundären „	6600′	2150 „
„ „ „ Gletscher im Allgemeinen	6330′	2060 „

B. Umgebungen des Monte-Rosa.

Sie sind hier von dem grossen St. Bernhard- und dem Simplonpasse begrenzt. Da hier die Erhebung allgemeiner ist, finden sich auch die primären Gletscher nicht auf die Abdachungen des Monte-Rosa selbst beschränkt.

Die primären Gletscher sind:

1) Verpeclegletscher,	2) Torrentgletscher,
3) Zinalgletscher	4) Turtmanngletscher,
5) Zmuttgletscher,	6) Gornergletscher,
7) Bettlinergletscher,	8) Lysgletscher,
9) Macugnagagletscher,	10) Findelengletscher,
11) Riedgletscher,	12) Täschgletscher,
13) Schwarzberggletscher,	14) Allaleingletscher,
15) Feegletscher.	

Die Höhe, bis zu welcher sie herabreichen, ist für folgende bestimmt:

Zmuttgletscher	6497′	2110	M.	MICHAELIS,
Gornergletscher	5672′	1842	„	SCHL.,
Lysgletscher	6229′	2023	„	SCHL.,
Macugnagagletscher	4960′	1611	„	SCHL.,
Findelengletscher	6655′	2161	„	MICHAELIS.

Aus diesen Zahlen ergiebt sich im Mittel 6000′ 1949 M.

Da aber der Macugnagagletscher viel tiefer herabsteigt, als wohl die meisten der übrigen Gletscher dieser Gruppe, so scheint es mir den allgemeinen Verhältnissen besser zu entsprechen, wenn man die mittlere Höhe nur aus den vier anderen Gletschern ableitet; sie ergeben 6263′; ich nehme daher in runder Zahl 6310′ = 2050 M. für die mittlere Höhe der primären Gletscher an.

In Beziehung auf die secundären Gletscher kann man zwei Gruppen unterscheiden nach der Höhe, in welcher sie enden. Zu jenen, die etwas niedriger sich befinden, gehören vorzüglich die grösseren unter ihnen.

Die Zahl der secundären Gletscher ist in runder Zahl 120, wovon 62 in die erstere, 58 in die zweite Klasse kommen.

Die Höhe der ersteren 62 wurde nach folgenden Betrachtungen fixirt:

a) Von jenen auf den südlichen und südöstlichen Abdachungen wurden 7 = 6000′ gesetzt; es gehören dazu einige Seitengletscher im Macugnagacirkus und einige in den oberen Theilen des Challant- und Ayasthales.

b) Für 15 wurde, da sie in ihrer Form und ihrer Lage zu den übrigen Theilen der Thäler dem Theodul- und Furkegletscher ähnlich sind, 7300′ angenommen.

c) Für 10 Gletscher, wozu besonders jene des Bagne- und des Eringerthales gerechnet sind, wurde die Höhe der primären Gletscher, nämlich 6310′, angenommen, da dort die grösseren Gletscher nicht zahlreich sind und alle Thäler keinen ungewöhnlich starken Fall haben.

d) Für die noch übrig bleibende Zahl von 30 ist als die wahrscheinlichste Höhe 7000 bis 7200′ zu setzen. Die Annahme dieser Höhe beruht vorzüglich auf dem Abstande von der Baumgrenze, den sie zeigten.

Man erhält demnach

aus	a.	7.	6000′	=	42000′
„	b.	15.	7300′	=	109500′
„	c.	10.	6310′	=	63100′
„	d.	30.	7100′	=	213000′
			S″	=	427600′

$$\text{Mittel} = \frac{S''}{62} = 6900' = 2240 \text{ M.}$$

Die zweite Klasse zeigt sehr bedeutende Höhenunterschiede. Die höchsten Enden finden sich unmittelbar in der Nähe der grössten Gipfel; ich nenne als Beispiel das Ende des Garsteletgletschers, bei 8832 P.F. 2869 M., am Südwestabhange des Monte-Rosa. Wäre die Betrachtung der Höhenverhältnisse der Gletscher nur auf ein kleineres Terrain in der unmittelbaren Nähe der Gipfel beschränkt, so müsste demnach eine viel grössere Höhe angenommen werden, als wenn man zugleich die isolirten Gletscher, die weiter nach auswärts liegen, betrachtet. Die mittlere Höhe für diese Unterabtheilung kann jedoch kaum höher als 7500′ 2450 M. angenommen werden; die sehr geringe Zahl jener kleinen sehr hoch endenden Gletscher macht, dass ihr Einfluss auf das Mittel nicht sehr bemerkbar sein kann.

Es ist also in dieser Gruppe der penninischen Alpen vom Gr. St. Bernhard bis zum Simplon die Zahl der Gletscher 135; davon sind 15 primäre, 120 secundäre.

Das Verhältniss der primären zu den secundären ist 1 : 8.

Die mittlere Höhe der primären Gletscher	6310′	2050 M.
„ „ „ secundären „	7200′	2340 „
a) niedrigere Gruppe	6900′	2240 „
b) höhere „	7500′	2450 „
Mittlere Höhe der Gletscher im Allgemeinen	7100′	2310 „

Für die Gletscher im Gebiete der Monte-Rosa-Karte Taf. I sind in der folgenden Tabelle einige speciellere Angaben zusammengestellt.

Dimensionen und Höhen der Gletscher im Gebiete der Monte-Rosa-Karte.

Gornergletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	50,11 □Kilom.	
Längenentwickelung mit Einschluss der Firnmeere	15,2 „	
„ des Gletschers von der Firnlinie bis zum unteren Ende	11,0 „	
Mittlere Höhe der Firnlinie	2900 M.	9200 P.F.
Höhe der Firnlinie auf Zufluss III	3030 „	9330 „
Mittlere Höhe des Eises beim Gornersee	2956 „	9110 „
Höhe des unteren Endes, Ursprung der Visp	1842 „	5672 „

Mittlere Neigung vom Weissthor bis zur Firnlinie	8° 10′		
„ „ von der Firnlinie bis zum Absturze	6° 0′		
„ „ vom Absturze bis zum unteren Ende	9° 50		

Findelengletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	28,21 □Kilom.		
Längenentwickelung mit Einschluss der Firnmeere	9,1 „		
„ des Gletschers von der Firnlinie bis zum unteren Ende	5,6 „		
Höhe der Firnlinie in der Mitte des Gletschers	3040 M.	9360 P. F.	
„ des Eises in der Nähe der Fluhalpe	2740 „	8430 „	
„ des unteren Endes, Ursprung des Findelenbaches	2161 „	6655 „	
Mittlere Neigung vom Uebergang nach Saas bis zur Firnlinie	11° 20′		
„ „ von der Firnlinie bis zum unteren Ende	9° 0′		

Lysgletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	19,04 □Kilom.		
Mittlere Längenentwickelung des Gletschers und der beiden Firnmeere	7,1 „		
Längenentwick. des Gletschers von der Nase bis z. unt. Ende	3,4 „		
Höhe der Firnmulde am S.W.Fusse der Vincentpyramide	3755 M.	11560 P. F.	
„ des Firners zwischen Lys- und Garsteletgletscher	3537 „	10888 „	
Mittlere Höhe der Firnlinie	3120 „	9610 „	
Höhe des unteren Endes, Ursprung der Lys	2023 „	6229 „	
Mittlere Neigung vom Grossen Plateau bis zum unteren Ende	13° 20′		
„ „ von der Firnlinie „ „ „ „	18° 0′		

Macugnagagletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere mit Einschluss des Filargletschers und Jazzigletschers	16,38 □Kilom.		
Mittlere Längenentwickelung des Gletschers und der Firnmeere	5,6 „		
Längenentwickelung von der Firnlinie bis zum unteren Ende	3,7 „		
Mittlere Höhe der Firnlinie	2930 M.	9020 P. F.	
Höhe des unteren Endes, linke Seite; Ursprung der Anza	1611 „	4960 „	

Schwarzberggletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	7,01 □Kilom.		
Mittlere Längenentwickelung des Gletschers und der Firnmeere	3,6 „		

Längenentw. des Gletschers von der Firnlinie bis z. unt. Ende	1,7 □Kilom.
Mittlere Neigung	23° 50′

Theodulgletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	6,03 □Kilom.
Mittlere Längenentwickelung des Gletschers und der Firnmeere	3,5 „
Längenentwickelung des Gletschers von der Firnlinie	1,4 „
Höhe der Firnlinie	2860 M. 8800 P.F.
Mittlere Neigung	15° 0′

Furkegletscher.

Oberfläche des Gletschers und der Firnmeere	3,70 □Kilom.
Längenentwickelung des Gletschers und der Firnmeere	3,1 „
„ „ „ von der Firnlinie	1,2 „
Höhe des unteren Endes, Ursprung des Garbaches	2394 M. 7370 P.F.

Unteres Ende des Zmuttgletschers (MICH.)	2110 M. 6497 P.F.
„ „ „ Indrengletschers	2869 M. 8832 P.F.

Gesammtoberfläche der Firn- und Eismassen . . . . 176,30 □Kilom.

Verhältniss der Terrainoberfläche (Begrenzung gleich jener auf der Curvenkarte) zur Oberfläche der Firn- u. Eismassen = 100 : 32 = 1 : ⅓.

In dem Theile der Penninischen Alpen zwischen dem Kleinen St. Bernhard und dem Simplon:

Mittl. Höhe der unteren Enden der Gletscher im Allgemeinen	2310 M. 7100 P.F.
Zahl der primären Gletscher = 15; mittlere Höhe	2050 „ 6310 „
„ „ secundären „ = 120; „ „	2340 „ 7200 „

In dem Theile der Penninischen Alpen zwischen dem Grossen St. Bernhard und dem Simplon ist:

Untere Enden der Gletscher:		Zahl der Gletscher:
Mittel im Allgemeinen	2310 M. 7100 P.F.	Primäre = 15
Mittlere Höhe der primären Gletscher	2030 „ 6310 „	Secundäre = 120
„ „ „ secundären „	2340 „ 7200 „	

Die angegebenen Längendimensionen sind auf der horizontalen Projectionsebene gemessen.

Schweizeralpen.

Die zahlreichen Gletscher dieser Gruppe liegen fast alle in den Berneralpen, einige in den Umgebungen des Tödi, sehr wenige und sehr kleine in den nach Süden gelegenen lepontinischen Alpen.

Die Gletscher erster Ordnung, welche HUGI[1] früher schon zusammenstellte, sind folgende:

1) Gasteren- oder Kandergletscher	5341′	HUGI.
2) Tschingelgletscher	5552′	HUGI.
3) Lötsch- oder Länggletscher	5800′	HUGI.
4) Grosser Aletschgletscher	(5000)	HUGI.
5) Vieschergletscher	4184′	SCHL.
6) Unterer Grindelwaldgletscher	3065′	SCHL.
7) Oberer Grindelwaldgletscher	3757′	SCHL.
8) Rosenlauigletscher	4759′	SCHL.
(rechter Arm des Rosenlauigletschers	5150′	SCHL.)
9) Gauligletscher	5829′	SCHL.
10) Unteraargletscher	5818′	AGASS.
11) Oberaargletscher	6679′	SCHL.
12) Rhonegletscher	5520′[2]	
13) Steinergletscher	5943′	HUGI.
	Mittel 5170′	1680 M.

Die Zahl der secundären Gletscher ist 107, wobei zugleich noch alle Gletscher zwischen den penninischen und rhätischen Alpen eingeschlossen sind.

Jene dieser secundären Gletscher, welche in den Umgebungen des Finsteraarhornmassif liegen, erreichen ebenfallls bedeutende Tiefen; z. B. der Ranfergletscher 5788′ SCHL., der Schmandrigletscher 5760′ STUDER. Diejenigen aber, welche als isolirte, gewöhnlich auch sehr kleine Massen, auf östlichen oder südwestlichen Theilen dieser Gruppe liegen, reichen bei weitem nicht so tief herab. So endet der Rauchengletscher bei 7181′, der Münstergletscher bei 6336′ HUGI; einige Gletscher in den Umgebungen des Griespasses über 7200′, das Faulhorn und der Blaugletscher auf den Abhängen des Faulhornes bei 7700′[3].

---

1) Naturhistorische Alpenreisen S. 335.

2) Die Höhe der Rhonegletscher ist das Mittel aus mehreren Bestimmungen:

MICHAELIS erhielt 5389′,
HUGI „ 5499′,
A. DE GUY „ 5670′.

3) Diese kleineren Gletscher, deren Verhältnisse MARTINS so sorgfältig untersuchte, sind überdies dadurch ausgezeichnet, dass sie kein Firnmeer haben und nicht bis in die Schneeregion hinaufreichen. Sie enden nach oben bei 8000 bis 8030′ MARTINS. Annales des sciences géol. 1842 und Bulletin soc. géol. T. II. 2me série 1845.

Die beiden Seitengletscher des Aletsch, die sich in besonders kalten und feuchten Jahren wohl mit dem Hauptgletscher verbinden könnten, sind wohl die grössten unter diesen secundären Gletschern; die Ausdehnung der übrigen ist im allgemeinen nicht sehr bedeutend.

Die mittlere Höhe kann man sehr nahe gleich dem Mittel auf dem Ranfer und Blaugletscher setzen, nämlich in runder Zahl = 6740′ = 2190 M. Die beiden vertreten die extremsten Lagen, und die secundären Gletscher scheinen sich in ziemlich gleicher Zahl bald dem einen bald dem andern Typus zu nähern.

Es ist also die Zahl der Gletscher 120, davon 13 primäre, 107 secundäre.

Verhältniss der primären zu den secundären = 13 : 107 = 1 : 8.

Mittlere Höhe der primären Gletcher	5170′	1680 M.
„ „ der secundären „	6740′	2190 M.
Mittlere Höhe der Gletscher im Allgemeinen	6570′	2130 M.

Rhätische Alpen. (Zwischen dem Splügen und dem Brenner).

A. Graubündtner Alpen.

Diese Gruppe ist sehr ausgezeichnet durch eine allgemeine grosse Erhebung der Masse; die Neigung der Thäler ist gering; es erheben sich noch deutlich ausgebildete Thalsohlen bis zu bedeutenden Höhen. Die Gipfelhöhe hingegen ist im Verhältnisse zur Massenerhebung nicht sehr bedeutend; nur wenige Gipfel erheben sich über 11000 Fuss.

Der Gletscherbildung ist demnach dieses Gebirge wegen seiner Thalformen sehr günstig; allein die warme Temperatur, wodurch sich diese Gruppe ebenfalls auszeichnet, wirkt der Ausdehnung und dem tiefen Herabsteigen entgegen.

Es sind daher die secundären Gletscher ungemein überwiegend, einzelne derselben sehr breit; ihr Ende liegt ziemlich gleichmässig und sehr hoch.

In der Berninagruppe sind zwei Gletscher erster Ordnung, der Berninagletscher, etwas nordöstlich vom Monte delle Disgrazie, und der Palügletscher oberhalb Covaglia (Val Poschiavo.) Seine Höhe am unteren Ende beträgt 5990′ P. F. Die Zahl der secundären Gletscher beträgt 26.

In dem Selvretta-, in dem Scalettagebirge und in den Umgebungen des Piz Linard an der Grenze von Tirol, Vorarlberg und der Schweiz zählte ich 34 secundäre Gletscher, und 2 Gletscher erster Ordnung, nämlich den Jamthalergletscher und den Vermontgletscher im Montafunthale, aus dem die Ill entspringt. Sein Ende liegt bei 5721′ Schmidt[2]. In den Graubündtner Alpen kann man demnach 3 Gletscher erster Ordnung und 65 bis 70 secundäre Gletscher annehmen; die mittlere Höhe der ersteren kann = 6000′ = 1950 M. gesetzt werden; die Höhe der

1) Nach Denzler Zürcher Mittheilung 1850 und S. 275.

2) In der Erläuterung zur geolog. Karte von Tirol.

secundären Gletscher suchte ich durch ihre Distanz von den Baumgrenzen zu bestimmen, die sich auf den österr. Karten in vielen Fällen beurtheilen liess. Ich fand sie = 7000′ = 2274 M.

B. Umgebungen des Ortles.

Die Neigung des Terrains ist hier im Allgemeinen weit steiler als in der vorhergehenden Gruppe; daher reichen die Gletscher auch etwas tiefer hinab.

Die grösste Anhäufung von Gletschermassen ist jene der Suldnerferner, südöstlich von der Ortlesspitze.

Die zwei primären Gleścher, der Suldnergletscher im Suldenthale und der Zufallgletscher im Marullthale liegen beide auf der nördlichen Abdachung und reichen 6100 oder 6200′ hinab. Sie sind verhältnissmässig klein.

Die Zahl der secundären Gletscher beträgt 75 bis 80 mit Einschluss der noch etwas südlicher gelegenen Gruppe in den Umgebungen der Vedretta del Mandrio (10950′). Charakteristisch ist, dass hier einige secundäre Gletscher wegen ihrer steilen Neigung tiefer herabreichen als die Gletscher erster Ordnung; so die drei Madatschgletscher (gegen 5500′) nordwestlich von der Ortlesspitze, auf der rechten Seite der Strasse über das Wormserjoch. Aehnliche Verhältnisse, die sich noch einige Male wiederholen, machen, dass hier die mittlere Höhe der secundären Gletscher etwas tiefer liegt, als in der vorhergehenden Gruppe, nämlich bei 6800′ = 2210 M.

C. Oetzthalergruppe.

Diese Gruppe ist rings sehr deutlich begränzt durch das Inn-, Etsch- und Eisack-Thal und den Brennerpass; man kann in derselben drei grössere Erhebungen unterscheiden; jene der eigentlichen Oetzthalerferner, die Stubeier- und die Alpiner-Gruppe.

In den beiden letzteren befindet sich nur ein Gletscher erster Ordnung, der Alpeinergletscher, der aus den gleichnamigen Hauptzuflusse und dem Thalferner besteht, der sich als Zufluss auf der rechten Seite anschliesst.

In der Gruppe der Oetzthalerferner sind folgende Hauptgletscher:

1) Langtaufererergletscher im Langthale	(6600′).
2) Gebatschgletscher im Kaunzenthale	(6800′).
3) Hintereisgletscher im Rofnerthale	6768′ Schl.
4) Vernagtgletscher im Rofnerthale	6465′ Schl.
5) Pitzthalergletscher im Pitzthale	(6700′).
6) Marcellgletscher im Niederthale	6800′ Schl.
7) Grosser Oetzthalergletscher im Gurglerthale . . .	6600′ Schl.
Mittel	6680′ 2170 M.

Der Vernagtgletscher ist hier unter den grösseren Gletschern aufgeführt, weil seine Länge im Jahre 1848 17220 P. F. betrug; allein er ist bekanntlich sehr grossen

Veränderungen seiner Länge unterworfen; in seiner gewöhnlichen Ausdehnung ist er 5000 Fuss kürzer.

Die secundären Gletscher sind sehr zahlreich; einige derselben sind zugleich sehr ausgedehnt und haben tiefe Enden, z. B. Langthalergletscher 6870, Rothmoosgletscher 6311, Hochjoch c. 7000'. Die Zahl der secundären Gletscher ist 130, wovon die meisten in den flachen Mulden auf den Abhängen der Bergketten liegen, welche die Hauptthäler trennen: die mittlere Höhe ihrer Enden fanden wir 7000 F. = 2275 M.

In der Gruppe Stubeier- und der Alpeinerferner ist die Zahl der secundären Gletscher 40 bis 50.

D. In Vorarlberg sind (ausser dem schon früher erwähnten Vermontgletscher) in der Nähe der Lobspitze oberhalb Klösterle im Klosterthale 8 secundäre Gletscher, im westlichen Theile an zerstreuten Punkten 9; in Tirol zwischen dem Paznaun und Innthale 14.

In der nördlichen Nebenzone der Alpen sind nur sehr wenige und sehr kleine Gletscher vorhanden; theils weil die Thalbildung wegen des Mangels der grossen Mulden ihrer Entstehung ungünstig ist, theils weil die Porosität des Gesteins, vorzugsweise Alpenkalk, den Uebergang des Firnes in Eis verhindert. Die Zahl der kleinen Gletscher in der Nähe des Wettersteins, der Zugspitze etc. in den Baierischen und Allgäuer Alpen dürfte 5 bis 6 kaum übersteigen.

Karnische Alpen.

An der Grenze Tirols und der Lombardei finden sich einige (3—4) secundäre Gletscher in den Umgebungen der Marmolatta; sehr klein und hoch gelegen.

Norische Alpen.

A. Tauern.

Die Kette der Tauern, welche sich vom Brenner östlich bis Steiermark zieht, trägt sehr zahlreiche secundäre Gletscher; die östlichsten sind wohl jene in den Umgebungen der Hafnerspitze (9425 P. F. im Villacher Kreise, Kärnthen). Die Zahl der secundären Gletscher in der Tauernkette schätze ich auf 230 bis 240.

Die grösste Anhäufung der Gletschermasse ist in den Umgebungen des Grossvenedigers; es sind dort drei ziemlich grosse Gletscher auf der Nordseite:

1) Der Obere Sulzbachgletscher,

2) der Untere Sulzbachgletscher,

3) der Habachgletscher; und einer auf dem südlichen Abfalle,

4) der Schlatengletscher.

Der Islgletscher auf der Südseite ist wohl nur als secundärer Gletscher zu betrachten.

In den Umgebungen des Grossglockners ist nur ein Gletscher erster Ordnung,

die Pasterze; sie ist jedoch einer der ausgedehntesten und grössten Gletscher der ganzen östlichen Alpen. Die mittlere Höhe der beiden Arme, an welchen sie endet, beträgt 5900′ 1915 M. SCHL. Einzelne secundäre Gletscher sind ziemlich gross und flach, z. B. der Leitergletscher, welcher sich durch seine ungemein hohe Lage 8404′ SCHL., etwas über der mittleren Schneegrenze[1], auszeichnet. Zwischen dem Kalserthale und der grossen Gössnitz zählte ich 23 secundäre Gletscher.

In den Tauern ist die mittlere Höhe der secundären Gletscher gleich 7300′ 2370 M. zu setzen; viele der kleineren enden sehr hoch, wenn sie etwas entfernt vom Hauptkamme liegen, z. B. der Fleussgletscher 8000′ (KAMPNER). In den Thälern hingegen reichen die grossen secundären Gletscher bisweilen nahe an 6000′ herab, z. B. im Fuschthale.

1) Unmittelbar in seiner Nähe liegt die Schneegrenze höher.

Uebersicht der Verbreitung un[d]

Bezeichnung der Alpentheile und der einzelnen Gebirgsgruppen.	Zahl der Gletscher.			Höhenverhältnisse der Schne[e]			
	Summe.	prim.	secund.	Schneegrenze.		Mittl. Höhe der Gl	
Cottische Alpen.							
Massiv des Mont Pelvoux	50	4	46	8700′	2760 M.	6740′	2190 M.
Graiische Alpen.							
Umgebungen des Mont Iséran und des Pic de Cogne	30	1	29	8800	2790	6900	2240
Penninische Alpen.							
A. Mont-Blanc zwischen Col de Bonhomme und St. Bernhard	68	8	60	8900	2890	6330	2060
B. Monte Rosa zwischen St. Bernhard und Simplon	135	15	120	9100	2955	7100	2310
Schweizer Alpen.							
Das ganze Alpengebiet zwischen den penn. und rhät. Alpen umfassend	120	13	107	8300	2695	6570	2130
Rhätische Alpen.							
A. Graubündtner Alpen.	70	4	67	8700	2825	6960	2260
B. Umgebungen des Ortles	80	2	78	8400	2730	6800	2210
C. Oetzthaler Gruppe.	180	8	172	8300	2695	6980	2265
D. Vereinzelte secund. Gletscher in den rhät. u. karnischen Alpen.	40	—	40				
Norische Alpen.							
A. Tauern	240	5	235	8300	2695	7300	2370
B. Salzkammergut	10	—	10	8100	2630	7300	2370

B. In den Kalkalpen des Salzkammergutes sind nur einzelne secundäre Gletscher zerstreut, z. B. in den Umgebungen des Dachsteines, des Ewigenschnees und steinernen Meeres, des Tännengebirges. — Ihre Zahl ist 10 bis 12. Sie enden im allgemeinen sehr hoch; auffallend tief endet das Karls-Eisfeld, oder der Hallstädtergletscher, ein secundärer Gletscher des Dachsteines, nach SIMONY bei 5949 P. F.

Ueber einige mittlere Zahlen für die Verbreitung der Gletscher.

Die wesentlichsten Zahlenverhältnisse, welche sich aus diesen Betrachtungen ergeben, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Höhenverhältnisse der Gletscher.

grenze und der Gletscher.				Grösster Gletscher.		Tiefster Gletscher.		
Primäre Gletscher.		Secund. Gletscher.		Name.	Länge.	Name.	Höhe.	
6000′	1950 M.	6800′	2210 M.			Glacier d'Arsine	5455′	1772 M.
		6900	2240	Glacier d'Iséran.				
4310	1450	6600	2150	Glacier d. Bois	14 Klm.	Glacier des Bossons	3243	1054
6310	2050	7200	2340	Gornergletscher		Macugnagagletscher	4960	1611
5170	1680	6740	2190	Aletschgl.	20 Klm.	Unt. Grindelwaldgl.	3065	998
6000	1950	7000	2275			Vermontgletscher	5721	1858
6150	2000	6800	2210	Zufallgletscher		Madatschgl. sec. circa	5000	1625
6680	2170	7000	2275	Gr. Oetzthalergl.	8,8 K.	Rothmoosgl. sec.	6391	2076
5900	1915	7300	2370	Pasterze	9,4 Klm.	Pasterze	5900	1915
		7300	2370	Hallstättergl.		Hallstättergl. sec.	5949	

Die Summe der Gletscher im Gebiete der Alpen beträgt demnach 1000 bis 1100; jene der primären Gletscher in runder Zahl 60[1].

In Beziehung auf ihre Vertheilung zeigt sich, dass sie in der Nähe der grössten Gipfel vereinigt sind; sie stehen aber weniger mit diesen als mit der allgemeinen Erhebung des Terrains in ihrer Nähe in directem Zusammenhange. Ist die Abdachung ziemlich gleichförmig, so laufen sie radienförmig nach allen Seiten aus; so am Mont-Blanc und im Berneroberlande.

Die Mehrzahl der grossen Gletscher befindet sich auf den nördlichen Abdachungen, was theils eine Folge der Exposition ist, theils von dem Umstande abhängt, dass die Neigung fast aller Alpentheile auf den südlichen Abdachungen weit steiler ist, als auf den nördlichen; es finden sich daher vorzugsweise auf den ersteren jene grossen Mulden, welche für die Existenz grosser Firnmeere und also auch grosser Gletscher so wesentlich sind[2].

Die secundären Gletscher sind weit unregelmässiger vertheilt. Sie finden sich im allgemeinen überall, wo oberhalb der Schneegrenze Terrain genug zur Ansammlung grosser Firnmassen vorhanden ist[3].

Die von Gletschern bedeckte Oberfläche. Unter dem allgemeinen Namen Gletscher ist hier sowohl der untere aus Eis bestehende Theil als auch sein Firnmeer zusammengefasst. In den grösseren Alpengruppen befinden sich nur sehr wenige Schnee- und Firnlager, welche nicht einen Theil des Firnmeeres eines Gletschers ausmachen; in den niedrigeren Alpengruppen sind zwar solche vereinzelte Schneeanhäufungen zahlreicher; es sind aber dort zugleich die secundären Gletscher etwas kleiner: man kann demnach ohne grossen Fehler annehmen, dass die Oberfläche, welche im Folgenden für die Summe aller Gletscher angenommen wurde,

1) Ich erhielt als Summe aller einzelnen Theile 1023 Gletscher, darunter 60 primäre. Ebel hatte früher die Zahl der Gletscher zwischen dem Mont-Blanc und den Grenzen Tirols auf 400 geschätzt; eine Zahl, die auch mit meinen Resultaten sehr gut übereinstimmt; ich erhalte für die Penninischen und Schweizer Alpen mit Hinzufügung Graubündtens 393. Die Oberfläche aber, die Ebel für die Gletscher annahm, ist gewiss zu gross. Er schätzte sie auf 50 Quadratmeilen für diese Alpentheile.

2) In der Oetzthaler Gruppe und am Ortles fehlen aus diesem Grunde die primären Gletscher fast gänzlich auf der Südabdachung; der grösste Gletscher der Tauern hingegen, die Pasterze, ist nach S.S.O. gerichtet.

3) Wenn zwei in ihren oberen Theilen getrennte Gletscher sich vereinigen, so werden sie stets nur als ein einziger Gletscher angeführt. Es kann daher der Fall vorkommen, dass ein secundärer Gletscher, wenn er in schneereichen und kalten Jahren sich ausdehnt, und mit einem anderen Gletscher sich vereinigt, aus der Zahl der selbständigen Gletscher verschwindet. Es müssten demnach in Jahren, wo die Bedingungen der Gletscherbildung so günstig sind, dass sie sich merklich vergrössern, ohne dass noch ganz neue Gletscher entstehen, die Zahl der Gletscher sich vermindern, obgleich der Flächenraum, den sie bedecken, vermehrt wird. Da jedoch die Oscillationen in der gegenwärtigen Zeit gewöhnlich nicht so bedeutend und meistens gerade bei den secundären Gletschern in den verschiedenen Alpentheilen nicht ganz gleichzeitig sind, so kann eine ähnliche Veränderung der Zahl höchstens an einzelnen besonders geeigneten Localitäten eintreten.

zugleich alle zur Zeit des höchsten Standes der Schneegrenze von Schnee und Firn bedeckten Theile der Alpen einschliesst.

Um die gegenseitigen Verhältnisse zu beurtheilen, suchte ich zunächst die mittlere Grösse für die secundären Gletscher zu bestimmen.

Ich wählte zur Messung der verschiedenen Typen der Gletscher solche aus, deren Flächeninhalt dem mittleren Werthe für jede einzelne Gruppe am besten entspricht, und leitete aus diesen Resultaten das allgemeine Mittel ab.

Es ergab sich so, dass der mittlere Flächeninhalt eines secundären Gletschers jenem eines gleichschenkligen Dreieckes gleichzusetzen ist, dessen Basis und Höhe 2000 Meter beträgt. Die Fläche desselben ist 200 Hectare, oder $\frac{1}{27}$ Quadratmeile[1].

Die Oberfläche eines primären Gletschers ist nicht so einfach zu erhalten, wie jene eines secundären, da er in zwei Theile zerlegt werden muss, die sich in ihrer Form sehr wesentlich unterscheiden; er besteht aus dem breiten Firnmeere und einer schmalen langen Eiszunge. Es ergab sich nun im Mittel, dass die Oberfläche eines primären Gletschers das 9fache eines secundären Gletschers, nämlich $\frac{1}{3}$ Quadratmeile, beträgt. Die Abweichungen von diesem mittleren Werthe sind aber für die einzelnen primären Gletscher ziemlich gross.

Das Abschmelzen während der warmen Jahreszeit verringert periodisch den Flächeninhalt; aber es ist dies für die eigentlichen Gletscher weniger bedeutend, als man glauben sollte. Eine Verkürzung findet vorzüglich in der Längendimension und an den seitlichen Rändern in den unteren Theilen statt. Selbst bei ganz kleinen secundären Gletschern kann diese periodische Verkleinerung nicht mehr als $\frac{1}{15}$ der Oberfläche betragen. Die Grösse der Oscillationen verhält sich umgekehrt wie die Grösse der Gletscher; sie[2] nimmt sehr rasch bei dem Wachsen der Oberfläche ab. Grosse Gletscher zeigen überdies in ihren Oscillationen nur eine sehr unbedeutende Abhängigkeit von den jährlichen periodischen Wärmeveränderungen, indem hier die Gestaltung der Thäler, die Bedeckung durch zufällig herabfallende Schuttmassen einen weit grösseren Einfluss ausübt.

Die horizontal gedachte Oberfläche, welche von Eis und Firn bedeckt ist, beträgt demnach in den Alpen für

1000 secundäre Gletscher	37 Quadratmeilen,
60 primäre „	20 „
für die Gesammtmenge	55 bis 60 „

Die Oberfläche, welche die ganzen Alpen bedecken, kann zu 3500 bis 4000 Quadratmeilen angenommen werden, indem die Länge 125 Meilen, die Breite zwischen 30 bis 40 Meilen beträgt. Jene Alpentheile hingegen, über welche die Gletscher zerstreut sind, bedecken nur einen Flächenraum von 850 bis 900 Quadratmeilen; die

1) Die Meile zu 3807,23 Tois. = 7420 M. angenommen,

2) Vergl. Untersuch. über die phys. Geogr. u. s. w. 1850. S. 132.

mit Gletschern bedeckte Oberfläche macht demnach 6 bis 7 Procent des enger umgrenzten Gebietes aus; auf etwa $\frac{9}{13}$ Quadratmeilen ist ein Gletscher zu zählen. In den einzelnen der grösseren Gruppen ist aber die relative Ausdehnung der mit Eis und Schnee bedeckten Flächen weit grösser.

Ich stelle hier einige Beispiele zusammen; die Ausdehnung in Quadratmeilen ist für die einzelnen Gruppen ihrer Grösse entsprechend angenommen worden.

Im Berneroberlande zwischen der Gemmi und dem St. Gotthardt ist wohl die grösste Gletschermasse auf einem gegebenen Raume zusammengedrängt; es trifft dort eine Meile Gletscheroberfläche[1] auf 4 bis 5 Quadratmeilen des Terrains im Allgemeinen.

In den Umgebungen des Mont-Blanc bilden die Gletscher $\frac{1}{3}$ oder $\frac{1}{4}$ der ganzen Oberfläche; in den übrigen Alpentheilen wird sie weniger um Einen Punkt concentrirt; es muss also die Grenze des Terrains, das alle grösseren Gletscher umfassen soll, etwas weiter gezogen werden; daher kömmt es, dass die Gletscheroberfläche selbst in den Umgebungen des Monte-Rosa, im Oetzthale u s. w. selten $\frac{1}{11}$ bis $\frac{1}{8}$ übersteigt.

Der grösste Gletscher in den Alpen, der Aletschgletscher, hat eine Oberfläche von mehr als 1 Quadratmeile; zu den kleinsten Gletschern müssen wohl jene des Faulhornes gerechnet werden; sie zeigen ungemeine Veränderungen und haben bei ihrer geringsten Ausdehnung 13 bis 15 Hundert Quadratmeter. In einem Zeitraume von drei Jahren hatte sich jedoch einmal die Eismasse bis zum Achtfachen ihres Volumens vermehrt[2].

Höhenverhältnisse.

Die Gletscher enden in ungemein verschiedenen Höhen; der tiefste Gletscher, jener von Grindelwald und die höchsten Gletscher, welche ähnlich wie der Garsteletgletscher fast bei 9000 P.F. enden, zeigen einen Höhenunterschied von 6000 Fuss.

Dessenungeachtet lassen sich, wenn man mittlere Werthe vergleicht, in den verschiedenen Gruppen einige ganz charakteristische Unterschiede erkennen.

Das Verhältniss der Höhe der secundären Gletscher zur Schneegrenze ist nicht immer dasselbe. Gewöhnlich enden sie 1600 bis 1700′ tiefer; aber in den Umgebungen des Mont-Blanc 2300, in den Umgebungen des Monte-Rosa 2000′ tiefer.

Würde das Aufhören der Glescher so direct mit den meteorologischen Verhältnissen zusammenhängen, wie die Höhe der Schneegrenze, so würden auch die Gletscher in jenen Gruppen am höchsten enden, wo am meisten Masse erhoben ist.

Bei den Gletschern ist aber auch die Neigung des Terrains und die Grösse der Gletscher selbst zu berücksichtigen.

Die Neigung macht, dass die Enden tiefer liegen; es zeigt dieses am deutlich-

1) Die Gletscheroberfläche wurde dabei zu 7 bis 7,5 Quadratmeilen angenommen, was wohl hinreicht; sie wird von manchen Geographen zu 10 Quadratmeilen angegeben, was aber sicher zu gross ist.

2) Martins, Nouvelles observ. sur le glac. du Faulhorn.

sten die Gruppe des Mont-Blanc, in welcher die secundären Gletscher so tief herabreichen wie in der Oetzthalergruppe die primären.

Den Einfluss, den die Grösse der secundären Gletscher auf die Höhe ihres Endes ausübt, sehen wir sehr deutlich, wenn wir das Oetzthal mit den Tauern und mit dem Salzkammergute vergleichen. In den letzteren ist bei gleicher Höhe die Temperatur niedriger, dessenungeachtet reichen die secundären Gletscher nicht so weit herab, weil sie kleiner sind.

Am Monte-Rosa, wo die secundären Gletscher ebenso hoch sind als in den Tauern, wird dieses durch die Temperaturverhältnisse, ähnlich wie das Hinaufrücken der Schneegrenze, hervorgebracht. Es bleibt jedoch wegen der Grösse der secundären Gletscher gerade in dieser Gruppe die Entfernung von der Schneegrenze noch sehr gross; nur in den Umgebungen des Mont-Blanc ist sie noch grösser.

Bei den primären Gletschern ist die Tiefe, welche sie erreichen, ebenfalls auf ähnliche Weise von der Grösse der Gletscher und von der Neigung des Terrains abhängig; die Temperaturverhältnisse an ihrem unteren Ende sind aber sehr verschieden.

Es lässt sich erwarten, dass sehr tief herabreichende Gletscher nur in grossen und steil abfallenden Gebirgen vorkommen werden; dies bestätigt die Lage des unteren Grindelwaldgletschers, welcher (bei 3065′ 998 M.) der tiefste Gletscher der Alpen ist. Der Macugnagagletscher, der sich ebenso wie der Lysgletscher auf der piemontesischen Seite des Monte-Rosa befindet, reicht um 2000′ tiefer hinab, da bei den ersteren die Neigung des Terrains ungleich steiler ist.

In den mittleren Resultaten zeigen sich diese Unterschiede nicht weniger deutlich. In den Umgebungen des Mont-Blanc reichen, ungeachtet seiner südlicheren Lage, die primären Gletscher 2300′ tiefer herab als z. B. im Oetzthale.

Die grösste Höhe, bei welcher Gletscher enden, findet sich, wie zu erwarten, bei den secundären. Auch diese Höhe variirt nach den einzelnen Gruppen; es frägt sich nur, wie nahe ein Gletscherende der Schneegrenze liegen kann. Man bemerkt in dieser Beziehung, dass es in einzelnen Fällen nur 200 bis 300′ unterhalb derselben sich befinden kann. Solche Fälle finden sich in allen Gruppen. Besonders auffallend ist das Ende des Salmsgletschers in den Tauern, in der Nähe des Grossglockners; obwohl seine Ausdehnung nicht unbedeutend ist, liegt sein unteres Ende doch gegen 100′ höher als die mittlere Schneegrenze, bei 8404′ 2730 M. Er selbst befindet sich allerdings in einem kleinen Thale, in dem durch günstige Lage die locale Schneegrenze circa 8500′ hoch liegt; aber alle anderen, unmittelbaren Umgebungen desselben haben ganz deutlich die Schneegrenze bis 8300′.

Einzelne secundäre Gletscher erreichen noch ziemlich tiefe Stände; so liegt der Raufergletscher etwas niederer als der Oberaargletscher; am Ortles sind es secundäre Gletscher, die Madatschgletscher, welche am tiefsten herabreichen.

Als allgemeine Höhenresultate kann man demnach für die Alpen zwischen dem Mont-Pelvoux und den Tauern annehmen:

Schneegrenze. Mittel 8550′. Grösste Höhe 9100′. Geringste Höhe 8300′.

Gletscher im Allgemeinen. Mittel 6800 bis 6900′.

Primäre Gletscher. Sie enden in den westlichen Alpen im Mittel bei 5000, östlich vom Berneroberland bei 6200 P.F. Die Ursache der letzteren Höhe ist theils die geringere Neigung der Abhänge und Thalsohlen, theils die geringere Ausdehnung der Gletscheroberfläche.

Secundäre Gletscher. In den westlichen Alpen 6800′, in den östlichen 7000′.

Nach oben sind die Gletscher auf zweierlei Weise begrenzt. Erstens bildet das Aufhören der Firndecke die Grenze zwischen Eis und Firn; zweitens findet noch weiter nach aufwärts durch den „Bergschrund" eine zweite Trennung zwischen der Firnmulde und den Schneebedeckungen der obersten Felsenkämme statt.

Die Firndecke überlagert das Eis mit einer thalaufwärts anwachsenden Mächtigkeit. Ihre untere Grenze wurde von Hugi Firnlinie genannt. Sie zeigt in den verschiedenen Alpengruppen Veränderungen, die jenen der Schneegrenze analog sind, und ist auch, wenn einzelne Jahre von ungleichen Temperaturverhältnissen sich folgen, grösseren Oscillationen ihrer Höhe unterworfen, als man Anfangs glaubte.

Eine andere Trennung ist die des Firnmeeres von den Bergspitzen, welche es umgeben. Diese tritt zugleich mit dem Beginne deutlicher Muldenbildung ein und ist gewöhnlich durch Rimayes, Bergschründe, erkennbar; diese entstehen zunächst durch die Bewegung des Gletschers, an der auch das Firnmeer theilnimmt, und werden während des Sommers gewöhnlich bedeutend erweitert.

Sie sind unmittelbar mit der Bodengestaltung zusammenhängend, treten an verschiedenen Gletschern in sehr ungleichen Höhen auf und sind von den meteorologischen Verhältnissen unabhängig; in topographischer Beziehung aber sind sie als der wahre Anfang des Gletschers und seines Firnmeeres zu betrachten.

Als die relative Tiefe, welche ein Gletscher erreicht, lässt sich demnach nur die Differenz zwischen seinem unteren Ende und der Schneegrenze oder Firnlinie betrachten; die Schneegrenze ist wohl der Firnlinie vorzuziehen; Durocher[1] hat diese relative Tiefe (oder amplitude verticale) für verschiedene Gletscher zusammengestellt. Sie nimmt mit der wachsenden geographischen Breite rasch ab[2].

Zusammenstellung mit den climatischen Verhältnissen.

Wir wollen nun den Zusammenhang der Gletscher mit den climatischen Verhältnissen näher untersuchen.

Die Temperatur des Sommers an jener Stelle, wo ein Gletscher endet, hat

1) Les glaciers du Nord et du centre de l'Europe. Annales des mines 4me sér. Bd. 12 p. 63.

2) Vergl. auch Forbes neuestes Werk über die Gletscher von Norwegen.

nur einen sehr geringen Einfluss auf die Tiefe, welche derselbe erreicht; noch weniger ist diese von einer bestimmten Jahresisotherme abhängig. Die Enden des Grindelwald- und des Bossongletschers zeigen, dass das Mittel des wärmsten Monates nahe +16° C. erreichen kann; das Jahresmittel +6,5[1].

Die primären Gletscher im Allgemeinen enden aber bei einer Jahrestemperatur, die für die westlichen Alpen +3 bis 4° C., für die östlichen nahe +1 bis 0° ist; also bleibt, verglichen mit den extremsten Tiefen, ein Unterschied in den ersteren von mehr als 2° C., in den letzteren über 5° C.; die Enden der secundären Gletscher liegen noch weit höher.

Man sieht demnach, dass in den wenigsten Fällen die Temperatur am unteren Ende der Gletscher das Aufhören derselben unmittelbar bestimmen kann.

Um das Minimum der Wärme zu beurtheilen, bei welchen Gletscher aufhören, können wir die höchsten Enden 200′ bis 300′ tiefer als die Schneegrenze annehmen. Es herrscht dort eine Jahrestemperatur von −4 bis −5° C. Im Mai ist die Temperatur noch unter 0; im Juni +2 bis 3° C., Juli +5° C., August 4,5° C., September +0,5° C.[2].

Bei näherer Betrachtung der einzelnen Gletscher, welche die höchsten und jener welche die tiefsten Enden haben, lässt sich eine gewisse Gesetzmässigkeit allerdings erkennen. Das Gletscherende steigt zu Isothermen herab, die um so wärmer sind, je steiler die Neigungen der Gletscher sind, je grösser seine Oberfläche ist.

Die Neigung wirkt dabei durch die Beschleunigung der Bewegung, also durch vermehrte Zuführung von abschmelzender Masse. Die Grösse der Oberfläche wirkt durch die Verstärkung der nach abwärts gerichteten Luftströmung, des Gletscherwindes, welche gegen das Ende des Gletschers gerichtet ist. Die localen Veränderungen der Temperatur und der Feuchtigkeit an dieser Stelle sind unter übrigens gleichen Umständen der Oberfläche proportional.

Der Einfluss der Insolation ist viel bedeutender als jener des Contactes zwischen Luft und Eis. Er lässt sich auf dem Gletscher selbst sehr deutlich erkennen, indem Stellen, die vor der Insolation geschützt sind, Gletschertische, Moränen u. s. w., sich sehr rasch über die allgemeine Oberfläche erheben. Bei Gletschern, die eine ost-westliche Richtung haben, kann man auch regelmässig beobachten, dass die Schattenseite stets merklich höher ist als die Sonnenseite.

Einzelne Gletscher erreichen das Niveau des Meeres in der nördlichen Hemisphäre auf Island bei $64\frac{1}{2}$° Breite, in der südlichen Hemisphäre (nach Darwin[3]) im Golf von Pennas im Feuerlande bei 46° 40′[4]; die Temperatur des wärmsten Monates

1) Der Bossongletscher hat wohl relativ zur Wärme den extremsten Stand; er steigt zu der wärmsten Isotherme herab, wie die Wärmeverhältnisse in den Umgebungen des Mont-Blanc, verglichen mit den übrigen Alpentheilen, erkennen lassen.

2) Vergl. Taf. XXI.

3) D'Archiac, Progrès de la géologie I p. 281.

4) Westl. Länge von Greenwich 75° 20′.

ist in Island und im Feuerlande bei 46° 40′ ziemlich gleich, nämlich 10 bis 12° C. Diese Gletscher sind also unter noch weniger extremen Wärmeverhältnissen als die tiefsten in den Alpen, ein Clima mit geringen Extremen und reichlichen Niederschlägen im Winter begünstigt auch hier ihr Auftreten. Die verticale Entfernung des Gletscherendes von der Schneegrenze ist in Island nur 3000′, im Feuerlande wohl über 4000′.

Die Gletscher in höheren Breiten sind weniger steil geneigt und bewegen sich zugleich weniger schnell; auch dies lässt erwarten, dass sie sich, wie man in der That überall gefunden hat, nur wenig von der Schneegrenze entfernen und auch im Sommer nur geringer Wärme ausgesetzt sind. Unter den Gletschern des hohen Nordens sind es jene von Norwegen, welche den wärmsten Temperaturen widerstehen müssen.

Von besonderem Einflusse ist die Condensation der atmosphärischen Feuchtigkeit an der Oberfläche des Eises. Élie de Beaumont hat zuerst darauf aufmerksam gemacht[1], wie sehr die dabei frei werdende Wärme auf die Zerstörung von Eismassen einwirkt, indem so der Dampf Eis bis zum 7- und 8fachen seines Gewichtes in Wasser verwandeln kann.

Bei einer Betrachtung der climatischen Verhältnisse wird der Einfluss des Wasserdampfes noch besonders wichtig, indem so Schnee- und Eismassen geschmolzen werden, ohne dass eine entsprechende Depression der Lufttemperatur dadurch hervorgebracht wird.

Ein Cubikmeter Luft bei 5° C. und 550 M.M. Barometerstand[2] enthält bei vollkommener Sättigung mit Wasserdampf über 5 Grammen Wasser; es sei nun diese Luft nicht gesättigt, sondern es liege vielmehr der Thaupunkt bei 3°. Wird sie durch Berührung mit einem Körper von 0° ihres Wassers beraubt, bis sie bei dieser Temperatur (von 0°) gesättigt ist, so wird die bei der Condensation des Dampfes frei werdende Wärme hinreichen, 4 bis 5 Cubikcentimeter Eis auf einer Oberfläche von einem Quadratmeter zu schmelzen; ja, da weder Eis, noch weniger der Schnee eine ganz compacte Masse ist, sondern vielfach von lufterfüllten Blasen und Canälen durchzogen ist, so kann diese Abtragung wohl erwartet werden, wenn auch ein Theil der frei werdenden Wärme nicht dem Eise, sondern der Luft mitgetheilt wird.

Müsste, wenn diese Quantität von Wasserdampf condensirt wird, auch ein Cubikmeter Luft von 5 bis 0° C. erkaltet werden, dann wäre allerdings der Einfluss des Wasserdampfes verhältnissmässig gering; denn schmilzt auch die Luft unter

1) Mém. de l'Acad. Par. LXXI p. 726.

2) Diese Grössen entsprechen den mittleren Verhältnissen in der Nähe der Schneegrenze. Die frei werdende Wärme des Wasserdampfes (die sich für kleine Temperaturunterschiede nur sehr wenig ändert) ist = 606,5, die latente Wärme des Wassers = 79,25, die specifische Wärme der Luft im Verhältniss zu jener des Wassers = 0,267 angenommen worden.

diesen Verhältnissen nicht das 7fache, sondern nur $\frac{1}{60}$ ihres Gewichtes an Eis, so würde der reelle Effect wegen ihrer weit grösseren Masse doch sehr bedeutend werden. Da ein Cubikmeter Luft hier zu $\frac{9}{10}$ Kilogr. angenommen werden kann, so würde er bei einer specifischen Wärme von 0,267 nahe 16 Cubikcentimeter Eis schmelzen.

Allein die Luft scheint gleichzeitig viel weniger erkaltet zu werden und das Schmelzen vorzugsweise durch die Condensation des Wasserdampfes, der sich seitlich wieder erzetzt, begünstigt zu sein. Ein Theil der beim Condensiren frei werdenden Wärme wird überdies dazu dienen, auch die Lufttemperatur etwas wieder zu erhöhen. Diese Wärmequelle wirkt auf das Abschmelzen der Schnee- und Eismassen in den Alpen sehr wesentlich ein; die Atmosphäre enthält zwar in grösseren Höhen keine sehr grossen absoluten Mengen von Wasserdampf, wegen ihrer niedrigen Temperatur und wegen des geringen Luftdruckes; allein sie ist zugleich dem Sättigungsgrade gewöhnlich sehr nahe, ihr Thaupunkt liegt sehr oft mehrere Grade über 0, so dass auf Schnee- und Eismassen häufige Condensationen stattfinden müssen.

Diese Condensationen finden vorzüglich auf den Schneeflächen und in Firnmeeren statt, wo die Atmosphäre am unmittelbarsten mit dem Eise in Berührung kömmt.

In den unteren Theilen der Gletscher strömt längs der ganzen Oberfläche der Gletscherwind, eine Atmosphäre von wenig über 0°, die beinahe, aber nicht vollkommen mit Feuchtigkeit gesättigt ist, aus der also nur sehr wenige, partielle Niederschläge auf das Eis stattfinden können.

Dadurch ist es zu erklären, dass hier die Abtragung im ganzen Jahre nur 3 Meter beträgt, während die ungleich grössere Wassermenge, welche dem Gletscher entströmt, vorzüglich in den Firnmeeren entsteht.

VIERTER THEIL.

CAP. XVI.

BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE GEOLOGISCHEN VERHÄLTNISSE DER BAYERISCHEN ALPEN, IN DEN UMGEBUNGEN DER ZUGSPITZE UND DES WETTERSTEINES.

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

INHALT.

Einleitende Bemerkungen.

Die Beobachtungen, welche der folgenden Abhandlung und der geologischen Karte auf Tafel XIX zu Grunde liegen, wurden im September und October 1852 und im Laufe des Sommers 1853 angestellt. Ich beschränke mich hier auf die gedrängte Mittheilung meiner Untersuchungen über die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines und über die Bergzüge nördlich davon am linken Loisachufer bis zur Amper, da ich durch die nöthigen Vorbereitungen zu einer grösseren Reise verhindert war, die Beobachtungen, welche ich zum Theil schon früher in anderen Theilen der bayerischen Alpen gesammelt hatte, zu vervollständigen und weiter auszuarbeiten.

Die Versteinerungen, welche ich in den verschiedenen Formationen aufgefunden hatte, wurden theils von mir selbst, theils von Herrn Bergrath Franz von Hauer und Herrn Suess in Wien bestimmt, welche mir gestatteten, ihnen eine Reihe der besser erhaltenen Exemplare zur Vergleichung mit den ausgedehnten und vortrefflichen Sammlungen der k. k. geologischen Reichsanstalt zu übersenden. Herr von Hauer, welcher eben in Gemeinschaft mit Herrn Suess mit einer sehr wichtigen Arbeit über die Fauna der verschiedenen alpinen Lias-Etagen beschäftigt ist, hatte

die Gefälligkeit, mir viele interessante und werthvolle Bemerkungen[1] über die einzelnen Petrefakte und deren weitere Verbreitung mitzutheilen. Es ist mir eine angenehme Pflicht, diesen beiden Herren für ihre freundschaftliche Güte meinen aufrichtigen Dank hier zu wiederholen.

Litteratur.

Folgendes sind die wichtigsten neueren Arbeiten über diese und die angrenzenden Theile der Alpen, welche ich vorzüglich zur Vergleichung benützen konnte.

LEOP. VON BUCH, einige Bemerkungen über die Alpen in Bayern. Abhandl. der Akademie zu Berlin für 1828. S. 73—84.

SCHMITZ, über das Vorkommen nutzbarer Fossilien in den bayerischen Alpen; Kunst- und Gewerbeblatt des polytechnischen Vereins für Bayern. 28ster Jahrgang. 1842. S. 292 u. s. w., 363 u. s. w.; und Mineralogisch-petrographische Karte der bayerischen Alpen zwischen der Isar und Wertach.

A. ESCHER VON DER LINTH, Beiträge zur Kenntniss der tyroler und bayerischen Alpen. LEONHARD und BRONN's Jahrbuch 1845. S. 536. Ferner: Geologische Bemerkungen über das nördliche Vorarlberg und einige angrenzende Gegenden. 1853. 4°, aus den Abhandlungen der schweiz. naturforsch. Gesellschaft.

SCHAFHÄUTL, geognostische Untersuchungen des südbayerischen Alpengebirges. München 1851. Ferner: Ueber die Gliederung des südbayerischen Alpenkalkes; LEONHARD und BRONN's Jahrbuch 1851. S. 129. Ueber einige neue Petrefakten des südbayerischen Vorgebirges. Jahrbuch 1851. S. 407. Geognostische Bemerkungen über den Kramerberg bei Garmisch. Jahrbuch 1852. S. 282. Beiträge zur näheren Kenntniss der bayerischen Voralpen. Jahrbuch 1853. S. 299—319 und S. 399—432.

EMMRICH, geognostische Notizen über den Alpenkalk und seine Gliederung im bayerischen Gebirge. Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. I. 1849. S. 263—288; ferner die Mittheilungen und Abhandlungen in der Zeitschrift der deutschen geol. Gesellschaft. II. 298. IV. 83, und im Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt. 1851. S. 1—22; und: Beobachtungen aus den östlichen bayerischen und den angrenzenden österreichischen Alpen, im Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt. 1853. S. 80 und S. 326—394.

MURCHISON, on the geological structure of the Alps, Apennines and Carpathians, Quarterly journal of the geol. soc. Vol. V. 1847; auch deutsch von G. LEONHARD.

FR. VON HAUER, über die Gliederung der geschichteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen; Sitzungsberichte der kais. Akad. d. Wis-

1) Diese Bemerkungen sind gewöhnlich bei der Aufzählung der Petrefakte durch Anführungszeichen unterschieden.

senschaften. Februar 1850; ferner die zahlreichen, wichtigen Beobachtungen von HAUER, CZIZEK, LIPOLD, KUDERNATSCH, SUESS und Anderen in dem Jahrbuche der k. k. geologischen Reichsanstalt[1].

Geognostische Karte von Tyrol und Vorarlberg in 11 Blättern, herausgegeben von dem geognostisch-montanistischen Verein. 1851.

Höhenverhältnisse.

Zur näheren Begründung der Höhen, welche auf der Karte eingetragen sind, habe ich ein Verzeichniss der gemessenen Punkte mit Angabe der Beobachter und der verschiedenen Resultate zusammengestellt. Es wurden hierzu die folgenden Beobachtungsreihen und Arbeiten benützt:

Die barometrischen Beobachtungen, welche ich in Gemeinschaft mit meinem Bruder im Jahre 1852 angestellt habe, S. 86—99 dieses Buches. Ferner die Bestimmungen einiger Punkte dieses Gebietes im Jahre 1847 u. 1848, mitgetheilt in unseren früheren Untersuchungen 1850. Die Höhe einiger Quellen (in Cap. V dieses Buches) konnte auf der Karte nicht eingetragen werden. Die Höhe der oberen Grenze der erratischen Blöcke ist das Mittel aus mehreren Barometer Ablesungen an den verschiedenen Punkten ihres Vorkommens.

LAMONT, Verzeichniss der in Bayern gemessenen Höhepunkte. 2te Aufl. 1851.

PARTSCH, in WALTHER's topischer Geographie von Bayern. 1844. S. 300.

WINKLER, in WALTHER.

WEISS, Süd-Bayern's Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt. 1820.

Geologische Karte Tyrol's, in 11 Blättern 1851. Die Höhen sind hier in Wiener Fuss eingetragen, in meinem Verzeichnisse jedoch in Pariser Fuss verwandelt.

Seit dem Drucke unserer Beobachtungen in der ersten Abtheilung dieses Werkes sind mir noch die zahlreichen und werthvollen hypsometrischen Bestimmungen in den beiden folgenden Arbeiten bekannt geworden:

SENDTNER, Vegetationsverhältnisse von Süd-Bayern: München 1854 S. 151 ff.

Trigonometrische Höhenbestimmungen aus der nicht veröffentlichten Beschreibung der Landesgrenze zwischen dem Königreich Bayern und Tyrol und Vorarlberg, von SENDTNER in dem angeführten Werke ausgezogen. In dem folgenden Verzeichnisse sind dieselben mit Gr. Beschr. bezeichnet.

Um die nöthige Gleichförmigkeit in der Citation der Höhen durch das ganze Buch nicht zu stören, schien es mir am besten, im Allgemeinen unsere Resultate

---

1) Die ausführliche Abhandlung v. HAUER's: „über die Gliederung der Trias-, Lias- und Juragebilde in den nordöstlichen Alpen", Jahrb. der geolog. Reichsanst. IV 1853 S. 715, in welcher die Resultate der bisherigen Beobachtungen zusammengestellt sind, erhielt ich leider erst, nachdem der Druck dieses Capitels beinahe beendigt war.

und die Mittel, welche aus denselben und schon früher angestellten Messungen genommen wurden (S. 86—99), an den verhältnissmässig wenigen Punkten, welche zugleich in den schönen Bestimmungen von SENDTNER und von der Grenz-Commission vorkamen, für jetzt nicht mehr zu verändern; es findet überdiess öfter, besonders an den Stationen mehrfach wiederholter Beobachtungen, eine sehr befriedigende Uebereinstimmung statt. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bei SENDTNER, ebenso wie bei unseren Beobachtungen von 1847 und 1848, die Delcros'sche Höhe des Pflasters der Frauenkirche zu München = 1597 Par. Fuss zu Grunde gelegt ist; bei unseren Bestimmungen von 1852 aber, ebenso wie bei allen übrigen der angeführten Messungen die Höhe dieses Punktes = 1569 P. F. angenommen wurde[1].

Einige früher gemessene Punkte, deren Lage zu ungenau angegeben wurde, um sie mit Bestimmtheit aufzufinden und auf der Karte einzutragen, zum Beispiel das Kirchenchor oder Gemsenchor von WEISS, ebenso wie einige zweifelhafte oder widersprechende Bestimmungen wurden in dem Verzeichnisse nicht aufgenommen.

	Par. Fuss.	
Ahrnspitze, zwischen der Isar und Leutasch.	6676	Gr. Beschr.
Alpspitze.	8060	Mittel der verschiedenen Bestimmungen (in runden Zahlen, eigentlich 8058,6). Es erhielten 8005 SENDTNER, 8048 WINKLER, 8069 PARTSCH, 8085 WEISS bar. 8086 WEISS trig.
St. Anton bei Partenkirchen, Kirchenpflaster.	2309	SCHLAGINTWEIT.
Arlesberg, südlich von der Mauth Griesen, auf der Grenze zwischen Bayern und Tyrol; höchster Punkt.	3067	Gr. Beschr.
Bergli, kleiner Felsengipfel im Höllenthalkahre.	6990	SCHLAGINTWEIT.
Bernardinalpe.	4395	SENDTNER.
Bodenlahnalpe.	3382	SENDTNER.
Burgberg, bei Mittenwald.	3617	Gr. Beschr.
Daniel oder Upsberg, bei Lermoos.	7136	WEISS.
Drehrain, Signal auf den Drehwiesen nördlich vom Kreuzjoch.	3745	WINKLER.
Dreithorspitze.	8057	Gr. Beschr. 7975 PARTSCH, 7976 LAMONT, 7978 G. Karte Tyr., 8061 WEISS; 8288 SENDTNER, vielleicht ein etwas verschiedener Punkt.
Ehrwald, das Dorf.	3138	G. Karte Tyrols. Bezieht sich wohl auf die höheren Theile des Dorfes.
Ehrwaldschanze, Mauthhaus eb. Erde.	2781	SENDTNER. (2874 G. Karte Tyrols.)

1) Vgl. über die Höhe von München die Bemerkungen Seite 91.

	Par. Fuss.	
Eibsee, Spiegel des See's.	2929	Mittel aus: 2923 Lamont, 2929 Stolz, 2936 Schlagintweit 1847. (2728 Weiss sicher zu nieder, 2994 Sendtner, 3001 Winkler Felsen am Ufer.)
Enningalpe.	4785	Schlagintweit.
Enningspitze, etwas südlich von Graswang.	5973	Weiss.
Erratische Blöcke, an den höchsten Punkten ihres Vorkommens.		
In den oberen Theilen der **Bodenlahne**, unterhalb des Weges von der Hochalpe zur Kreuzalpe.	4600	Schlagintweit. Einige wenige sehr vereinzelnte Hornblende- u. Glimmerschieferstücke.
In den obersten Theilen des **Finzbachthales**, in den Umgebungen des hinteren Esterhofes.	3900 bis 4000	Schlagintweit. (Auf der Karte ist dieser Punkt nicht mehr enthalten.)
Im **Geisthale**, an den Bergen auf der linken Seite des Thales, am Wege zur steinernen Hütte.	4150	Schlagintweit.
Im **Giessenbachthal** (südwestlich von Oberau), oberhalb der Ross- oder Giessenbachalpe.	4400	Schlagintweit.
Auf der linken Seite des **Lahnewiesgrabens**.	3580	(?) Schlagintweit. Es dürften in diesem Thale vielleicht an anderen Punkten noch höher oben erratische Gesteine vorkommen.
Am Fusse der steilen Wände des Kämikopfes, Zirmeskopfes, des Rachen u. s. w.	4000 bis 4200	Schlagintweit. Nördlich davon im Wettersteinwald, ebenso wie an den Bergen in den Umgebungen des Ferchensees und des Lautersees sind die erratischen Geschiebe sehr verbreitet.
Im **Rainthale**, an den Abhängen auf der linken Seite des Thales.	3180	Schlagintweit. Die erratischen Gesteine finden sich in diesem Thale nur in geringer Anzahl.
Eselberg.	3223	Winkler.
Eselhöhe.	3853	Winkler.
Ettaler Berg, zwischen Ettal und Oberau.	2651	(?) Winkler.
Ferchensee, Spiegel des Sees.	3261	Sendtner. (3160 Winkler.)
Wasserscheide zwischen dem Ferchen- und Lautersee, zwischen der Isar und Loisach.	3360	Sendtner.
Franzosensteig, westlich vom Grünkopf, höchster Punkt des Ueberganges.	3930	Gr. Beschr.
Frauenalp Kopf.	7274	Winkler.
Frauenalp Spitze.	6883	Winkler.

	Par. Fuss.	
Gamsangerle-Kopf, beim Kreuze.	6091	Sendtner.
Garmisch, Loisachbrücke	2125	Nach den Beobachtungen von Schlagintweit, von Stolz und Partsch, und von Lamont. Hiemit stimmen auch sehr gut überein die Resultate von Sendtner: 2137 Loisach b. Beneficiatenhaus; 2142 Beneficiatenhaus ebener Erde.
Gassenalpe, am Fusse der Alpspitze.	4742	Winkler.
Gatterle-Pass.	6235	Schlagintweit. Hiemit stimmt überein die Höhe von 6229 in der Gr. Beschr.
Gernkopf, nordwestlich vom Eibsee.	6654	Winkler.
Geschwend, Bauernhof auf der südlichen Abdachung des Eckenberges.	3193	Winkler.
Grainau (Ober-), Beneficiatenhaus.	2360	Sendtner.
Graseck (Mitter-).	2872	Winkler.
Graseck (Vorder-), ebener Platz vor den Bauernhöfen	2674	Schlagintweit. (2698 und 2700 Winkler, 2757 Sendtner Forsthaus.)
Grasecker-Klamm, Brücke.	2491	Schlagintweit. 2549 Sendtner.
Graswang, Capelle.	2710	(?) Weiss.
Grenze zwischen Bayern und Oesterreich.		
Auf den Thörlen oberhalb der Luttergrube.	4876	Gr. Beschr.
Grenze am Ausgange der Leutasch-Klamm.	2781	Gr. Beschr.
Grenze in der Scharte zwischen dem Würzberg und Riedkopf.	4307	Gr. Beschr.
Grenze im Isarthale zwischen Scharnitz und Mittenwald.		
a. Grenzstein am rechten Isarufer, an der Poststrasse.	2876	Gr. Beschr.
b. Grenzstein am linken Isarufer.	2863	Gr. Beschr. (Diese Zahl konnte wegen Mangel an Raum auf der Karte nicht eingetragen werden.)
Griesen, Mauthhaus ebener Erde.	2543	Sendtner.
„ Loisachspiegel.	2538	Sendtner.
„ Loisachspiegel südlich von Griesen an der Grenze, neben der Poststrasse.	2539	Gr. Beschr.
Grünkopf (oder Graskopf), in der Nähe von Mittenwald.	4829	Gr. Beschr.
Gutes Wasser, auf dem Wege von der Hinterangerhütte zur Zugspitze.	6312	Schlagintweit.

	Par. Fuss.	
Hammersbach, Bauernhöfe am Ausgange des Höllenthales.	2378	SCHLAGINTWEIT. (2304 SENDTNER.)
Hammersbacheralpe.	4627	SCHLAGINTWEIT.
Hinteranger Hütte.	4182	SCHLAGNTIWEIT.
Hochalpe.	5146	SCHLAGINTWEIT.
Höfel, auf der südöstlichen Abdachung des Eckenberges.	2884	WINKLER.
Höllenklamm-Brücke.	3554	SCHLAGINTWEIT. (3600 SENDTNER.)
Höllenthal, Weg zum Bergwerk „Auf der Stange".	3889	SENDTNER.
Höllenthal, Huthaus bei Herrn Biebl's Bergwerken.	4625	SCHLAGINTWEIT. Mittel zahlreicher Beobachtungen. 4660 SENDTNER.
Höllenthal, Unterbaustollen. (Diese Höhe konnte auf der Karte nicht eingetragen werden.)	4410	SCHLAGINTWEIT. 4430 SENDTNER.
Höllenthalspitze.	8237	LAMONT. (8229 und 8334 WINKLER.)
Hoher Blassen.	8308	WINKLER.
Hochkampen oder Auf dem Kampen.	8436	WEISS. (Bei den etwas schwankenden Benennungen der Bergspitzen auf dem hohen Grate längs der bayerisch-österreichischen Grenze könnte sich diese Messung möglicherweise auch auf den Hochwanner (= Kothbachspitze) beziehen.)
Hupfleite, ein kleiner Pass zwischen dem Höllenthale und der Hammersbacher Alpe.	5317	SCHLAGINTWEIT. An der tiefsten Stelle der Einsattelung.
Isarspiegel bei Mittenwald.	2770	SCHLAGINTWEIT 1848.
Isarspiegel bei Scharnitz.	2853	SCHLAGINTWEIT 1848.
Kämikopf.	6128	WINKLER.
Kämithor, nördlich vom Wetterstein.	5747	WINKLER.
Kahrlspitze.	8228	Gr. Beschr.
Kainzenbad, Schwefelquelle.	2287	Mittel aus: 2267 WINKLER und 2306 SENDTNER.
Kaltenbrunn, unterer Bauer.	2653	WINKLER.
Klais, Wasserscheide zwischen der Isar und Loisach.	2876	SENDTNER.
Kothbachspitze oder Hochwanner.	8434	Gr. Beschr. (3894 WINKLER, 8401 PARTSCH.)
Kramer, Gipfel.	6085	Mittel aus den Beobachtungen von SCHLAGINTWEIT, WEISS, LAMONT u. WINKLER.
Kreuzalpe.	4827	SCHLAGINTWEIT.

	Par. Fuss.	
Kreuzjoch.	5268	Mittel aus: 5265 Lamont und 5271 Winkler.
Kuhflucht, am westlichen Abhange des Frickenberges, Fuss des Wasserfalles.	3444	Schlagintweit.
Kühneckspitze oder Elmenspitze, südlich von Graswang.	5572	Weiss.
Kühnjoch, südlich von Graswang.	6233	Lamont.
Lautersee bei Mittenwald.	3115	Sendtner. 3128 Winkler.
Lermoos, Post ebener Erde.	3052	Sendtner. (3167 Geogn. Karte Tyrol's bezieht sich vielleicht auf höhere Theile des Dorfes.)
Lermoos, tiefste Stelle des weiten Thalbeckens zwischen Lermoos und Ehrwald, an der Loisach, etwas nördlich von Ehrwald.	2907	Schlagintweit 1847.
Leutasch (Ober-), Platz vor der Kirche.	3571	Schlagintweit. (3522 G. Karte Tyrol's.)
Marxen Seppel, Bauernhof oberhalb Graseck.	3821	Winkler.
Mittenwald, Markt.	2802	Sendtner, Pflaster bei der Kirche. 2802 Lamont, Strassenmitte. 2823 Sendtner, Gasthaus zum Schwippacher zweiter Stock.
Mittenwald, Isarspiegel.	2770	Schlagintweit 1848
Nothspitze, südwestlich von Ettal.	5825	Mittel aus: 5789 Weiss bar., 5799 Weiss trig., 5888 Lamont.
Oberau, das Dorf.	2175	Winkler.
Oberau, Loisachbrücke.	2033	Winkler. (Weiss 2156 Loisachspiegel ist entschieden zu hoch.)
Partenkirchen, Platz vor der Kirche.	2151	Schlagintweit, Mittel zahlreicher Beobachtungen.
Pestcapelle im Geisthale, an der Wasserscheide zwischen der Loisach und Isar.	5104	G. Karte Tyrol's.
Petersbrunnen am Kochelberg, Schwefelquelle.	2642	Sendtner.
Plattachergletscher oder Schneeferner, mittlere Höhe seines unteren Endes.	7633	Schlagintweit.
Riedkopf, zwischen der Isar und Leutasch.	5870	Gr. Beschr.
Rainthaler Bauer.	2913	Mittel aus: Schlagintweit 1847 und 1852 und Winkler. 2888 Sendtner.
Rainthaler Schrofen (oder Mittereckkopf).	7721	Mittel aus: 7709 Partsch, 7712 Winkler, 7719 Lamont und 7743 Gr. Beschr.
Schachenalpe.	5319	Schlagintweit. (5457 Winkler.)

	Par Fuss.	
Schachensee.	5112	WINKLER.
Schachenthor.	5550	SENDTNER. (6028 WINKLER (?) „Stand am Schachenthor".)
Scharnitzspitze.	7553	Gr. Beschr. (WEISS 8230 Scharnitz - Thörlspitze bezieht sich wohl auf einen verschiedenen Punkt, etwa auf die Kahrlspitze der Grenz-Beschreibung = 8228.)
Schlattan, Bauernhöfe auf der südlichen Abdachung des Eckenberges.	2878	WINKLER.
Schneefernerkopf, südlich von der Zugspitze.	8794	Gr. Beschr. 8879 SENDTNER.
Seealpe, oberhalb des Eibsee's.	4111	SENDTNER.
Solden- oder Soller-Pass, aus dem Puitenthale in ein kleines Hochthal am südlichen Fusse der Dreithorspitzen führend.	6569	SCHLAGINTWEIT.
Sonnenberg bei Graswang.	5450	WEISS.
Sonnspitze, östlich vom Wetterschrofen gegen den Gatterlepass.	7677	Gr. Beschr.
Steinerne Hütte am Kothbach, auf der linken Seite des Leutaschthales.	5920	SCHLAGINTWEIT.
Steppbergalpe, westlich vom Kramerberge.	4894	SCHLAGINTWEIT.
Stuibensee, am Fusse der Alpspitze.	5963	SENDTNER.
Thörlpass, am nordöstlichen Fusse der Dreithorspitzen.	7258	SCHLAGINTWEIT.
Thörlspitze, unmittelbar östlich vom Pass.	7444	Gr. Beschr.
Wachsenstein.	6923	LAMONT. (Die Messung von WEISS 7109 bezieht sich vielleicht auf einen etwas verschiedenen Punkt.)
Wagenbrechsee bei Gerold.	2885	WINKLER.
Wasserscheide zwischen dem Ferchen- und Lautersee, zwischen der Loisach und Isar.	3360	SENDTNER.
Wetterschrofen.	8306	Gr. Beschr.
Wetterspitze südlich vom Plattachergletscher.		
a. Nordwestliche Spitze.	8408	Gr. Beschr.
b. Südöstliche Spitze.	8291	Gr. Beschr.
Wettersteinalpe.	4440	SENDTNER. (4485 WINKLER.)
Wetterstein, höchster Punkt.	7624	Gr. Beschr. (7619 WEISS, westliche Spitze. 7311 LAMONT, wohl ein anderer Punkt.)

	Par. Fuss.	
Wetterstein, altes trigon. Signal.	7044	Gr. Beschr. (7083 Weiss, östliche Spitze.)
Wetterstein, Gamskopf, östlich vom Gamsangerle.	6591	Gr. Beschr.
Wildermimingeralpe, im Geisthale.	4352	G. Karte Tyrol's.
Zugspitze, westlicher Gipfel am Fusse des Kreuzes.	9094	= 2954 Meter oder 10122 bayer. Fuss. Mittel aus unseren zwei barometrischen Beobachtungen, berechnet nach dem Peissenberge, Innsbruck und der Hinterangerhütte (9096) und aus den trigonometrischen Bestimmungen von Bonne u. Brousseau (9086) und von Weiss (9099). Vgl. S. 91.

Seit dem Drucke der Beobachtungen in der ersten Abtheilung dieses Buches sind mir noch bekannt geworden: Eine trigonometrische Messung der Zugspitze aus der Beschreibung der Landesgrenze zwischen Bayern und Tyrol zu 9088 P.F. (Höhe des Pflasters der Frauenkirche, wie bei uns = 1569′ angenommen); ferner eine Messung von Sendtner zu 9024 P. F., beruhend auf einer Aufnahme des Zenithalwinkels vom Gipfel der Alpspitze aus, wobei die Höhe der Alpspitze = 8005′ zu Grunde gelegt ist; eine barometrische Bestimmung Sendtner's im August 1853 ergab 9150 P.F.; bei diesen beiden Höhenbestimmungen ist das Pflaster der Frauenkirche zu 1597′ nach Delcros angenommen. (Vergl. Sendtner's „Vegetationsverhältnisse Südbayerns" S. 160.)

Auf der geologischen Karte Tyrol's ist die Zahl 9326 Wiener Fuss eingetragen, = 9075 Par. Fuss

---

Topographische Bemerkungen.

Construction der Horizontalcurven. Die topographische Grundlage der Karte (1 : 75000), welche dieser Abhandlung beigegeben ist, bilden die betreffenden Blätter der schönen und detaillirten Karten des k. bayerischen Generalstabes (Verhältniss 1 : 50000) und des k. k. österreichischen Generalstabes (1 : 144000).

Für meine Karte wurden überdiess in der Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines die Horizontalen in Abständen von je 1000 Pariser Fuss construirt, sie sind auf einer Reduction im Maassstabe von 1 : 200000 eingetragen.

Als Grundlage zur Construction dieser Horizontalen wurden benützt:

Erstens, die zahlreichen Höhenbestimmungen in diesem Gebiete, welche in der vorhergehenden Tabelle zusammengestellt sind.

Zweitens, wurden mit diesen schon vorhandenen Höhenbestimmungen durch den Seite 129 beschriebenen und Taf. V Fig. 6 abgebildeten Verticalkreis zur Absteckung der Horizontalen möglichst zahlreiche Punkte von gleichem Niveau verbunden.

Die so erhaltenen Niveauangaben, welche durch das ganze Gebirge verbreitet waren, habe ich hierauf durch Interpolation auf die Linien gleicher Höhe von je 1000 zu 1000 Par. Fuss reducirt.

Berechnung der mittleren Höhe. Zur Vergleichung mit einer der höchsten Gruppen der Centralalpen, mit dem Monte-Rosa, von welchem wir eine ähnliche Karte der äquidistanten Horizontalen aufgenommen hatten, wurde auch in der Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines, die in orographischer Beziehung sehr hübsch umgrenzt ist, die mittlere Höhe berechnet. Es wurde dabei der cubische Inhalt der einzelnen Terrainsegmente, welche durch zwei horizontale Flächen von 1000 Fuss Höhenabstand eingeschlossen sind[1], bestimmt, und dann die Masse aller einzelnen Segmente über die ganze Oberfläche der Curvenkarte gleichmässig verbreitet gedacht[2]. Es ergab sich daraus für die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines, in derselben Umgrenzung des Terrains wie auf der Curvenkarte, eine

mittlere Höhe von 5200 Par. Fuss = 1690 Meter.

Das heisst: wenn sich das Terrain, in dem Umfang der Curvenkarte durch verticale Flächen abgegrenzt, vollkommen ins Gleichgewicht setzen könnte wie eine Flüssigkeit, wobei also alle Thäler und Berge veschwinden müssten, so würde die dadurch gebildete gleichmässige Oberfläche überall die oben angegebene mittlere Höhe haben[3].

Gletscher und Firnansammlungen. Auf der geologischen Karte wurden auch die kleinen secundären Gletscher und die Firnansammlungen näher unterschieden, welche in diesem Gebiete vorkommen.

Es befinden sich hier zwei deutlich entwickelte secundäre Gletscher: der Plattachergletscher und der Höllthalgletscher.

Der Plattachergletscher (auch Schneeferner genannt) nimmt die Mulde südlich von der Zugspitze ein. Er ist verhältnissmässig ziemlich breit, und zeigt eine deutliche Randmoräne und mehrere kurze Mittelmoränen. Die mittlere Höhe seines unteren Endes beträgt 7633 Par. Fuss.

Der Höllthalgletscher liegt in einer kleinen Mulde, am nördlichen Fusse des Zugspitzkammes. Die Wände selbst, welche das Firnmeer umgeben, sind so steil, dass sich im Allgemeinen nur sehr wenig Schnee auf denselben zu erhalten vermag.

1) Bei dieser Berechnung wurde, der grösseren Deutlichkeit wegen, nicht die Reduction der Horizontalcurven im Massstabe von 1 : 200000, sondern die ursprüngliche Construction derselben auf einer Karte im Massstabe von 1 : 50000 zu Grunde gelegt.

2) Ueber die Art und Weise der Berechnung vergl. die näheren Bemerkungen des vierten Theiles Cap. XVIII.

3) Eine ähnliche Berechnung ergab für unsere Karte des Monte-Rosa eine mittlere Höhe von 9390 Par. Fuss = 3050 Meter.

Ueberdiess kommen an mehreren Stellen in den engen Schluchten und Rinnen, welche für diese steilen Kalkgebirge so characteristisch sind, permanente Firnlagen vor.

Begünstigt durch die anomale Temperatur der Luft und des Bodens in den beschatteten Schluchten, reichen die Firnlager in denselben oft ziemlich weit unter die Schneegrenze herab. Einer der interessantesten dieser Tieffirne in dem Gebiete der Karte ist jener, welcher im Rainthale etwas unterhalb der Hinterangerhütte[1] liegt. Er hatte im Jahre 1852 und 1853 ziemlich dieselbe Ausdehnung beibehalten, welche wir früher, 1847, beobachteten. (Vergl. die kleine Zeichnung dieses Tieffirnes Fig. 15. S. 42 unserer früheren Untersuchungen.)

Uebersicht der Formationen.

I. Unterer Alpenkalk; Muschelkalk.

Es ist dieses die tiefste Formation, welche man in dem oberen Loisachgebiete entblösst findet. Sie besteht vorherrschend aus grauen Dolomiten, zwischen welchen nur selten Lagen von dunkelen, grauen und bräunlichen Kalken vorkommen. Durch grösseren Bitumengehalt werden die Dolomite zuweilen auffallend dunkel; an anderen Stellen finden sich sehr lichte Abänderungen von gelblicher und bräunlicher Farbe. Diese hellen Dolomite, unter dem Hammer oft in viele eckige Fragmente zerspringend, trifft man besonders in dem langen Dolomitzuge bei Mittenwald, am Ellmauerbache, am Abhang des Stegreifes und von da westlich an mehreren Punkten der Bodenlahne.

Versteinerungen konnte ich in dem unteren Alpenkalk nirgends auffinden; da derselbe die Grundlage der später folgenden, versteinerungsreichen Schichten des unteren Lias bildet, so muss dieser untere Alpenkalk wohl als ein Aequivalent des Muschelkalkes betrachtet werden[2].

II. Unterer Lias.

Diese Formation tritt in dem Gebiete der Karte in grosser Ausdehnung und Entwickelung auf. Sie besteht in Allgemeinen aus dunkel gefärbten Mergelschiefern und mergeligen Kalksteinen; zuweilen kommen auch weit lichtere, festere Kalke vor, z. B. am Risserkopf, Katzenstein, an den unteren Abhängen der Berge auf der linken Seite des Geisthales, und östlich von der Stuibenalpe gegen das Rainthal[3]; diese

1) Die Höhe der Hinterangerhütte beträgt 4182 Fuss.

2) Vergl. auch die Bemerkungen Cap. XVII S. 558.

3) Diese bräunlichen und gelblich-braunen thonigen Kalksteine sind zuweilen ziemlich hell gefärbt und enthalten zahlreiche sehr feine Spathadern, die sich netzförmig durchkreuzen; sie ziehen sich öst-

helleren Abänderungen sind jedoch ebenfalls durch einen bald geringeren, bald grösseren Thongehalt characterisirt. Sehr dunkele, thonreiche Schiefer, welche zuweilen mit Säuren nur schwach brausen, finden sich in grösserer Ausdehnung an den Seitenzuflüssen der Degernlahne, am Kochelberg, bei Graseck und Wamberg, ferner am Schachenthor, Kämithor u. s. w. Zwischen den thonigen Schiefern sind dann dickere, dunkelgraue Kalksteinbänke eingelagert.

Ausser den mergeligen Kalken und Schiefern treten an mehreren Stellen auch Schichten eines feinkörnigen, öfter etwas glimmerigen, grauen, bei der Verwitterung braunen Sandsteines auf, welcher mit Säuren gar nicht oder nur sehr wenig braust. Man trifft diese Sandsteine am südlichen Fuss des Risserkopfes und des Vorderhausberges, in den oberen Verzweigungen des Sulzgrabens am östlichen Fuss des Kreuzschrofens, auf der Hochalpe, am Sattel zwischen dem Osterfeld und Längenfeld, bei der Hammersbacheralpe; ferner in einigen längeren Streifen auf der linken Seite des Ferchenbaches von dem Einflusse in die Partnach bis gegen die Ellmau, am Kämi, auf der Schachenalpe u. s. w.; auch auf der südlichen Abdachung der Zugspitz-Gruppe, südlich vom Grate des Hochkampen, habe ich wieder einen ganz ähnlichen Sandsteinstreifen beobachtet. Diese Sandsteine sind sehr arm an Petrefakten; es fanden sich nur einige undeutliche Pflanzenreste am Stegreif auf der linken Seite des Ferchenbaches, und Bruchstücke von Aviculen und Nuculen in den Umgebungen der Hochalpe und der Hammersbacheralpe. Die Untersuchung der Lagerungsverhältnisse, welche allerdings in diesem Gebiete sehr unregelmässig sind, schien mir zu zeigen, dass diese Sandsteine noch als ein Glied der unteren Liasformation im Allgemeinen betrachtet werden müssen, indem es mir bis jetzt nicht gelang, eine bestimmte und constante Lagerungsfolge der Sandsteine in Beziehung auf die übrigen petrefaktenführenden Kalksteine und Mergel dieser Formation aufzufinden. Auf meine Vermuthungen in Betreff der Parallelisirung dieser Sandsteinbildung mit jener, welche die Alpenkohle in Oesterreich und in Vorarlberg[1] begleitet, hatte Herr von Hauer die Güte mir mitzutheilen, dass die Gesteine allerdings grosse Aehnlichkeit mit jenen der Alpenkohle haben. „Die Formation, welcher die letztere angehört, ist sicher unterer Lias, und liegt unmittelbar auf Hallstädter (ächten Cassianer-) Schichten. Ihre Fauna zeigt manche Abweichungen von jener der ächten Kössenerschichten (vergl. Suess: Die Brachiopoden der Kössenerschichten. Sitzungsber. der Wiener Akad. Bd. X. S. 283), jedoch stimmen auch manche Arten überein. Dieses, sowie die gleiche geologische Stellung veranlasst uns, diese Schichten, die wir Grestener-

---

lich von der Stuibenalpe gegen das Rainthal herab, und dürften, wie mir scheint, nach den Lagerungsverhältnissen wohl am besten zum unteren Lias gerechnet werden. Die in diesen Gesteinen enthaltenen Korallen und Zweischaler konnten noch nicht näher bestimmt werden. Die östliche Begrenzung dieser Schichten auf der rechten Seite des Rainthales wird durch die Vegetation und die Anhäufung von Gebirgsschutt theilweise der Beobachtung entzogen.

1) Vergl. vorzüglich die wichtige oben angeführte Arbeit Escher's über Vorarlberg.

schichten nennen, als ein Aequivalent der Kössenerschichten anzusehen und als unteren Lias zu betrachten.“

Die Sandsteine und die sandigen Mergelschiefer werden in bergmännischer Beziehung dadurch von Wichtigkeit, dass sie vorzugsweise einzelne Schwefelkies- und Brauneisenstein-Lager einschliessen, obgleich diese Erze auch in anderen Gesteinen dieser Formation vorkommen.

Man findet Eisenerze, welche zuweilen durch ältere Grubenbaue oder durch Schürfversuche aufgeschlossen sind[1], zum Beispiel in der Nähe der Hammersbacher Alpe, ferner am Sattel, welcher von dieser zur Hochalpe führt, zwischen dem Osterfeld und Längenfeld, am Hirschbühel und an anderen Punkten in den Umgebungen des Lahnewiesgrabens; schwache Spuren derselben kommen vor in den verschiedenen Sandstein- und Mergelpartien am nördlichen Fusse des Wettersteines, am Schachenthor, am Kämmi, am Gamsangerle und an mehreren anderen Punkten im Gebiete der Karte.

Ich habe diese Formation (die Gervillienschichten EMMRICH's) vorläufig als unteren Lias bezeichnet, indem ich mich dabei F. VON HAUER anschliesse, welcher annimmt, dass dieselben ihrer verschiedenen Fauna wegen von den Cassianerschichten, als dem obersten Gliede der alpinen Trias, zu trennen seien, während EMMRICH, ESCHER und MERIAN geneigt sind, die Gervillienschichten mit den Cassianerschichten zu parallelisiren. Sie beziehen sich dabei theils auf die Lagerungsverhältnisse in den südlichen Alpen, theils auf die Verwandtschaft in manchen paläontologischen Charakteren.

Nach den neueren ausgedehnten Untersuchungen in den österreichischen Alpen werden dort jetzt die Hallstädter Schichten als oberer Muschelkalk betrachtet = Cassianerschichten nach MÜNSTER und KLIPSTEIN.

Zum unteren Lias werden als gleichalterig gerechnet:

a. die Kössenerschichten = Gervillienschichten EMMRICH's = obere St. Cassianschichten der Schweizer Geologen;

b. die Dachsteinkalke mit Megalodon triqueter (Megalodus scutatus SCHAFH.);

und c. die Grestener Schichten.

Da die verschiedenen versteinerungsführenden Glieder der Trias in dem von mir untersuchten Gebiete nicht auftreten, so konnte ich hier keine näheren Beobachtungen über das Verhältniss der Gervillienschichten und ihrer Fauna zu jener der tieferen Bildungen anstellen.

Verzeichniss der wichtigsten Petrefakte.

Ich habe gesucht in der folgenden Zusammenstellung für die verschiedenen Localitäten einige der wichtigsten und verbreitetsten Petrefakte aufzuzählen, welche ich in deutlichen und sicher bestimmbaren Exemplaren auffinden konnte. Viele an-

1) Vergl. hierüber die ausführlicheren Mittheilungen von SCHMITZ, a. a. O. S. 370.

dere Versteinerungen wurden bei der unvollständigen Erhaltung der Exemplare für jetzt noch nicht näher untersucht.

Der Lahnewiesgraben und seine Umgebungen[1], am nördlichen Fusse des Kramerberges von der Mündung in das Loisachthal bis zur Enningalpe, sind ein vorzüglicher Fundort schöner und zahlreicher Versteinerungen. Durch die folgenden Arten[2] werden diese Schichten ganz deutlich als Unterer Lias = Kössener-Schichten oder Gervillienschichten bezeichnet:

Ammonites Roberti HAUER[3]. Aus dem Brunstgraben, einem Zufluss auf der linken Seite des Lahnewiesbaches, in einem dunkelgrauen Mergelkalke. In Oesterreich wurde diese Art bis jetzt nur im oberen Lias beobachtet.

Avicula inaequiradiata SCHAFH. In ziemlich zahlreichen Exemplaren. Die Art kömmt, obgleich seltener, auch in den Kössenerschichten der österreichischen Alpen vor.

Cardium rhaeticum MERIAN (bei ESCHER Taf. IV, Fig. 40, 41).

Gervillia inflata SCHAFH. An einigen Stellen in den höheren Theilen des Thales westlich vom Brunstgraben in sehr zahlreichen Exemplaren.

Lima, in einigen nicht sicher bestimmbaren Exemplaren.

Modiola Schafhäutli STUR = Modiola texta SCHAFH.

Nucula complanata PHILL. Sie kömmt auch in Oesterreich im unteren Lias vor. Mit ihr zusammen fanden sich in diesem Gebiete noch einige andere, wahrscheinlich davon verschiedene Nucula-Arten.

Pecten lugdunensis MICH. (MERIAN bei ESCHER Taf. III, Fig. 22—24).

Pholadomya lagenalis SCHAFH. Pinna Hartmanni ZIET.

Trigonia, „ähnlich Trigonia harpa MÜ. oder Trig. Whateleyae BUCH; doch davon verschieden und wohl neu“.

Rhynchonella fissicostata SUESS. Rhynchonella cornigera SCHAFH.

Terebratula gregaria SUESS, häufig zwischen Korallen festsitzend.

Rhynchonella subrimosa SCHAFH. Spirigera oxycolpos EMMRICH.

Korallen kommen in einzelnen Schichten, wie es scheint vorzüglich in der unteren Abtheilung dieser Formation, in grosser Anzahl vor, so dass sie zuweilen die Hauptmasse des Gesteines bilden. Die Arten dieser Korallen, vorzüglich

---

1) Bei der Untersuchung der petrefaktenreichen Schichten des Lahnewiesgrabens erfreute ich mich öfter der Begleitung des Herrn Bergpraktikanten WURMER in Garmisch; ich verdanke seiner gütigen Mittheilung mehrere interessante Versteinerungen aus diesem Thale.

2) Ich beschränke mich hier, wie schon oben erwähnt, gegenwärtig nur auf die Mittheilung einiger Arten, welche für die Formationsbestimmung vorzüglich wichtig sind. Für die nähere Beschreibung der reichhaltigen Fauna der Lahnewiesschichten vergl. die verschiedenen Abhandlungen SCHAFHAEUTL's in LEONHARD und BRONN's Jahrbuch 1851, 1852 und 1853.

3) Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt 1853 S. 748.

Lithodendren und Astraeen, wurden bisher noch nicht näher untersucht und bestimmt.

An den nordwestlichen Abhängen des Wachsensteines gegen den Eibsee und Grainau fanden sich in den Entblössungen des Rohrbaches, des Alplebaches u. s w. unter anderen Petrefakten vorzugsweise folgende sicher bestimmbare Arten, welche jedenfalls diese Schichten als unteren Lias charakterisiren:

Gervillia inflata SCHAFH. An einigen Stellen in sehr zahlreichen Exemplaren.
Lima gigantea SOW.?
Modiola Schafhaütli STUR = Modiola texta SCHAFH.
Rhynchonella subrimosa SCHAFH.
Trigonia, übereinstimmend mit der oben angeführten Art aus dem Lahnewiesgraben.

Diese Schichten setzen sich in östlicher Richtung über die nördlichen Abhänge des Kreuzjoches, über den Eselberg und Wamberg bis zum Isarthale fort. Die dunkelen mergeligen Kalksteine und Mergelschiefer sind an diesen Localitäten im Allgemeinen nicht sehr reich an Versteinerungen; sie gehören jedoch sowohl den Lagerungsverhältnissen als der Gesteinbeschaffenheit nach zum unteren Lias. Es finden sich darin öfter einige undeutliche, nicht näher bestimmbare Zweischaler; nordöstlich von Elmau am Wege nach Klais traf ich jedoch auch einige Stücke voll von Nucula complanata PHILL., die sowohl im Lahnewiesgraben als bei der Wettersteinalpe vorkömmt.

In nördlicher Richtung stehen diese Schichten in unmittelbarem Zusammenhang mit den ganz ähnlichen Gesteinen auf der rechten Seite des Kankerbaches und am Südwest-Fusse des Eckenberges. Hier fanden sich etwas oberhalb St. Anton, am Wege zur Esteralpe:

Ziemlich zahlreiche Reste von Gasteropoden. „Sie sind zwar nicht mit Sicherheit zu bestimmen, doch dürften sie nicht verschieden sein von Formen, die häufig in den Dachsteinkalken vorkommen."
Modiola. „Neue Species, übereinstimmend mit einer Art aus den Kössenerschichten."
Nucula complanata PHILL.

Eine interessante Localität in diesem breiten Zuge der unteren Lias-Gesteine bildet noch der Katzenstein, südlich von Garmisch. In dem hellgrauen thonigen Kalksteine an den Abhängen 400 bis 800′ über dem Thale wurden hier beobachtet:

„Ein Bruchstück einer Terebratula, welches zu Terebratula trigonella SCHLTH. gehören könnte, und
Crinoidenstielglieder, ähnlich denen des Dadocrinus gracilis H. VON MEYER."

Diese beiden Arten könnten auf Trias deuten, mit ihnen zusammen kömmt noch ein anderes Petrefakt vor, welches vielleicht Natica alpina MER. (ESCHER T. V, F. 54—57) ist und den Kössenerschichten angehört. Die Lagerungsverhältnisse an dieser Localität bieten ebenfalls keinen speciellen Grund, die Schichten,

welche diese Petrefakte enthalten, von der unteren Liasformation im Allgemeinen zu trennen.

In den Schichten des unteren Lias am nördlichen Fusse des Wettersteines, in den Umgebungen der Wettersteinalpe u. s. w. treten (oft in sehr grosser Anzahl) vorzugsweise auf:

Cardium austriacum Hau. „Es ist dieses die so oft als Cardita crenata bezeichnete Art. Zwei Seitenzähne am Schloss, die wir an Exemplaren aus unseren Alpen blosslegen konnten, stellen die Art ziemlich sicher in das Geschlecht Cardium. Die ächte Cardita crenata aus den Cassianerschichten scheint ein ganz abweichendes Schloss zu besitzen, doch kenne ich dasselbe nicht vollständig". Sehr häufig.

Nucula complanata Phill.

Ostrea Haidingeriana Emmrich. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1853. 377.) Oft in grosser Anzahl angehäuft in den mergeligen Kalken auf dem Kamme östlich von der Wettersteinalpe.

An den Abhängen auf der südlichen Seite des Wettersteines, unterhalb des Schönberges, Rossberges und bei der Ehrwalderalpe, fanden sich in einem dunkelen mergeligen Kalke, der hier von lichteren thonigen Kalksteinen unterlagert wird, folgende Arten:

Rhynchonella fissicostata Suess. Spirifer Emmrichi Suess.

Avicula intermedia Emmr. (Jahrb. d. geol. Reichsanst. IV, 1853. 376.) Von den sehr ähnlichen Arten Avicula inaequivalvis Sow. und Avicula Münsteri Br. durch die Zahl der Rippen verschieden.

Cardium austriacum Hau. Uebereinstimmend mit Exemplaren von der Wettersteinalpe, wo diese Art weit häufiger auftritt als hier.

Lima gigantea Sow.

Modiola Schafhäutli Stur = Modiola texta Schafh.

III. u. IV. Oberer Lias, und Jura.

A. Oberer Lias von Ammergau.

Ich hatte Gelegenheit, sehr deutlich entwickelte Schichten des oberen Lias in den Umgebungen von Oberammergau zu beobachten, unmittelbar nördlich von dem Gebiete der Karte. Diese Schichten sind hier durch einen grossen Reichthum charakteristischer Cephalopoden des Lias ausgezeichnet.

Mehrere schöne Exemplare von diesem Fundorte verdanke ich der Güte des Herrn Flunger, Zeichnungslehrers und Bildhauers in Ammergau, welcher mich wiederholt bei der Untersuchung der wichtigsten Punkte begleitete. Das Gestein ist vorherrschend ein blaugrauer Kalkmergel, der von Schafhäutl[1] genau beschriebene Amaltheen-Fleckenmergel.

1) Geognostische Untersuchungen des südbairischen Alpengebirges. S. 22 u. 142. Taf. X. u. XI.

Am besten aufgeschlossen sind diese Schichten in der Weidachlahne und ihren Seitenzuflüssen, auf der rechten Seite des Ammerthales, unmittelbar östlich von Oberammergau; jedoch auch auf der gegenüberstehenden, linken Seite des Thales kommen in den mergeligen Kalken Liasammoniten vor.

Den unteren Lias (= Gervillienschichten) konnte ich hier bis jetzt nicht in deutlicher Entwickelung auffinden.

Die Liasschichten fallen steil nach Süden und befinden sich jedenfalls in sehr unregelmässigen Lagerungsverhältnissen. Auf der rechten Seite des Thales breiten sich nördlich davon grosse Massen mergeliger und sandiger Flyschgesteine aus, deren Gliederung nur durch eine sorgfältige paläontologische Untersuchung der Schichten möglich würde. Unmittelbar im Liegenden der Liasschichten, im Lehmgraben, am Kühberg u. s. w. enthalten die grauen Kalkmergel, ebenfalls mit 77° nach Süden 30° Westen fallend, nichts als den Fucus intricatus. Im Hangenden der Liasmergel, auf der linken Seite der Weidachlahne findet man einen wenig mächtigen Zug dolomitischen Kalkes, welcher hier ebenso wie in seiner westlichen Verlängerung am Rainer- oder Schinderbüchel, südlich von Ammergau mit 70—75° nach Süden oder Süden 7° Westen fällt. Weiter nach aufwärts an den Abhängen des Laberberges folgt durch einen dickberasten und schuttbedeckten Weideplatz getrennt der helle obere Alpenkalk[1], welcher jedoch an den Laberköpfen ganz entgegengesetzt mit 70—80° nach Norden fällt, und weiter gegen Ettal zu von einem rothen Marmor[2] (= Lias) unterlagert wird.

Folgendes sind die wichtigsten Versteinerungen aus dem Lias von Ammergau:

Ammonites amaltheus SCHLTH. In der Adnetherschichten noch nicht gefunden.

Ammonites Nodotianus D'ORB. Kömmt auch bei Adneth vor.

Ammonites radians SCHLTH. In mehreren Varietäten und zahlreichen Exemplaren.

Ammonites Reussi HAU.? „Ein dem Am. Humphriesianus SOW. in der äusseren Form sehr ähnlicher Ammonit von St. Wolfgang, der aber eine ganz abweichende Lobenzeichnung besitzt, veranlasste mich diese Art aufzustellen. Die in Ammergau gefundenen Exemplare lassen zwar die Lobenzeichnung nicht erkennen, doch kann man, da sie aus gleicher Formation stammen, vermuthen, dass sie zu Am. Reussi gehören werden, da A. Humphriesianus in der nächst höheren Etage (Unterem Jura) liegt".

Ammonites Partschi STUR. (Jahrb. der geol. Reichsanst. Bd. II. Hft 3. S. 26.) „Eine neue Heterophyllenart, die besonders dadurch wichtig ist, dass sie die Adnetherschichten mit den Hierlatzschichten[3] verbindet".

---

1) Vergl. Seite 540.

2) Vergl. Seite 538.

3) Sie gehören beide dem oberen Lias an.

Ammonites tatricus PUSCH. „Er reicht in Oesterreich durch den oberen Lias und den unteren Jura hindurch, ist jedoch weit häufiger in der letzteren Etage".

Inoceramus ventricosus SOW.[1]

B. Lias, und Jura am Hirschbühel und auf der südlichen Abdachung des Wettersteines.

Auf der Karte sind mit der Bezeichnung „oberer Lias, und Jura" zwei getrennte Streifen eingetragen, der eine auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens zwischen der Enningalpe und dem Hirschbühel, der andere am südlichen Fusse der steilen Wände des Wettersteines. Man trifft an beiden Localitäten mergelige und kalkige Schichten, vorherrschend von rother, zuweilen auch von grauer und grünlicher Farbe. Unter den Versteinerungen, welche ich theils am Hirschbühel, theils im Kothbache und am Rossberge im Geisthale aufgefunden hatte, liessen sich bis jetzt nur mit Sicherheit erkennen:

Ammonites radians SCHLTH. Kleine Exemplare dieser Art fanden sich im Lahnewiesgraben am nordöstlichen Fuss des Hirschbühels unmittelbar über den Gervillienschichten; auch im Geisthale fand ich an mehreren Stellen Ammonitenfragmente, die sehr wahrscheinlich dieser Art angehören.

Ammonites, wahrscheinlich A. tatricus PUSCH, oberhalb des Rossberges, auf der linken Seite des Geisthales.

Aptychus, ähnlich Aptychus lamellosus, von SCHAFHAÜTL als Aptychus subalpinus unterschieden. (LEONH. u. BRONN's Jahrb. 1853. S. 405. Taf VI.)

Diese Aptychen kommen stellenweise in zahlreichen Exemplaren in den rothen Mergelkalken vor, welche mit sehr steiler Stellung und vielfach verdrückt die unteren Abhänge des Hirschbühels bilden.

In den ganz ähnlichen rothen Kalksteinschichten, welche man in einem langen Zuge von dem Puitenthale aus über den Rossberg, Schönberg und die Steinerne Hütte hinweg verfolgen kann, war es mir noch nicht gelungen, diese Aptychen aufzufinden.

Den Lagerungsverhältnissen nach befinden sich die hier besprochenen Schichten zwischen dem unteren Lias und dem oberen Alpenkalk, wie man im Geisthale ganz deutlich sehen kann. Die angeführten Versteinerungen könnten theils auf Lias, theils schon auf eine höhere Jura-Etage deuten; ich habe auf der Karte diesen Schichtencomplex als oberen Lias und Jura bezeichnet, da ich es für nicht unwahrscheinlich halte, dass fortgesetzte specielle Beobachtungen es möglich machen würden, diese Schichten in zwei verschiedene Formationen zu sondern.

Wenn man die Verbreitung dieser Formationen auf der Karte näher verfolgen

1) Vergl. Jahrb. d. geolog. Reichsanstalt IV 1853 S. 751.

will, so ist zunächst hervorzuheben, dass im Lahnewiesgraben die östliche Verlängerung der rothen und grünlichgrauen Lias- und Juraschichten durch eine sehr merkwürdige übergreifende Lagerung der Dolomite des Kramerberges der Beobachtung entzogen wird. Ich werde später (S. 552) auf dieses Verhältniss wieder zurückkommen.

Grosse Schwierigkeiten zeigen sich in Beziehung auf die östliche und westliche Begrenzung des zweiten Zuges dieser Formation, am Südfusse des Wettersteines. Es liessen sich nämlich auf der westlichen und nordwestlichen Abdachung der Zugspitze und des Wachsensteines weder die so charakteristischen rothen mergeligen Kalke dieser Formation, noch Spuren der Versteinerungen auffinden, welche in derselben im Geisthale an verschiedenen Punkten auftreten. Da ich bis jetzt nicht im Stande war (zum Theil auch durch die Anhäufung von Gebirgsschutt und die Terrainschwierigkeiten gehindert), die Lias- und Juraschichten in ihrer östlichen und nordwestlichen Verlängerung genau zu verfolgen, so musste ich auf der Karte die betreffenden Grenzen etwas unbestimmter lassen.

C. Rother Marmor von Graswang und Ettal.

Auf den Abhängen des Sonnenberges und des Brunnberges gegen Süden und Osten, ebenso wie in dem Gebirgsstocke des Laberberges[1] trifft man an mehreren Stellen ausgedehnte Schichten eines theils hellrothen, theils weissen oder auch gelblichen Marmors.

Bei den vielfachen Verdrückungen und den sehr unregelmässigen Stellungen der Schichten, und der, wie es scheint abweichenden Ueberlagerung der Orbitulitensandsteine (vergl. S. 541) wird der Zusammenhang und die regelmässige Fortsetzung dieser Kalk- und Marmorschichten öfter gestört und theilweise unterbrochen.

Man findet dieselben sehr schön an der Kapellenwand und am Schäffelberg, auf der westlichen Abdachung des Laberberges; sie reichen hier bis zur Sohle des Ammerthales herab. Auch in den Umgebungen des Ettaler Männdl's treten diese Marmorschichten in grosser Ausdehnung auf.

Gegenüber der Kapellenwand, auf der linken Seite des Ammerdurchbruches erheben sich abermals dieselben Schichten. Wenn man den Fuss des Berges in der Richtung von Ammergau nach Graswang umgeht, so trifft man den Marmor etwas südlich von einem kleinen Heiligenbilde; es finden sich hier sehr hübsche Abänderungen des Marmors, welche bei dem Bau des Klosters Ettal vielfach benützt wurden. Die Schichten setzen sich höher an den Abhängen des Berges, an der Falkenwand u. s. w. in grosser Entwickelung fort. Noch ehe man jedoch die südliche Ecke des Bergzuges erreicht hat, und in das Graswangthal einbiegt, wird der Marmor durch die mächtigen Orbitulitensandsteine verdrängt, die dann bis gegen Graswang

1) Auf der geologischen Karte Taf. XIX sind diese Bergzüge nicht mehr enthalten.

hin die unteren Abhänge des Gebirges zusammensetzen. Ob der Marmor, welcher an verschiedenen Theilen der weiter rückwärts und höher gelegenen Abhänge des Sonnenberges, des Pürstlingkopfes u. s. w. ansteht, die unmittelbare Fortsetzung der Schichten an der Falkenwand bildet, konnte ich nicht entscheiden.

Das Liegende und das Hangende der Marmorschichten lässt sich, ungeachtet der verwickelten Lagerungsverhältnisse, durch vergleichende Beobachtungen an verschiedenen Punkten mit hinreichender Bestimmtheit erkennen.

Ueber den Marmorschichten folgt, im Allgemeinen mit sehr steilem Nordfallen, der weisse obere Alpenkalk, welcher an den Laberköpfen, ebenso wie am Kofel und in seiner westlichen Verlängerung ansteht, und stellenweise dieselben kleinen Korallenreste enthält, wie auf der Zugspitze. Das Liegende des Marmors ist zwar im Graswangthale durch die breite schutterfüllte Thalsohle vielfach der Beobachtung entzogen; man findet jedoch etwas weiter rückwärts im Thale zwischen Graswang und den Linderhöfen deutlich als Unterlage des Marmors dunkele blaugraue Mergel und Kalksteine, welche sowohl nach der Gesteinsbeschaffenheit als auch nach den, allerdings nicht sehr zahlreichen Petrefaktenresten, den Schichten des unteren Lias im Lahnewiesgraben zu entsprechen scheinen. Noch tiefer als diese mergeligen Schichten liegen dann die Dolomite des unteren Alpenkalkes, welche südlich vom Graswangthale an der Noth, am Kühnjoch und am Kuchelberg in einem breiten Zuge mit wechselndem Schichtenfallen anstehen.

Auch an dem östlichen und südöstlichen Fusse des Ettaler Männdl's, im Eschenloher Loch, tritt als Grundlage des weissen und röthlichen Terebratel-Kalkes ein Streifen der mergeligen Schichten des unteren Lias hervor.

Die letzteren enthalten hier:

Cardium austriacum Hau., wie am Wetterstein.
Gervillia inflata Schafh.; es kamen nur wenige schlecht erhaltene Exemplare vor.
Nucula complanata Phill., und
Reste von Avicula, Lima u. s. w.

Aus den angeführten Lagerungsverhältnissen geht also hervor, dass die Kalk- und Marmorschichten zwischen dem unteren Lias und dem oberen Alpenkalk eingereiht werden müssen. Unter den organischen Einschlüssen sind vorzugsweise characteristisch zahlreiche Terebratel-Reste, welche das Gestein stellenweise erfüllen[1]; es liessen sich nach den Bestimmungen von Suess erkennen:

Rhynchonella Hörnesi Suess.
Rhynchonella variabilis Schlth.

Eine nähere Parallelisirung mit einer speciellen Jura-Etage scheint mir für jetzt noch nicht möglich.

---

1) Sehr zahlreich findet man diese Terebrateln in zerstreuten Felsblöcken auf der Jägerrast am Rauhbühel hinter Graswang.

V. Oberer Alpenkalk.

Es ist dieses ein heller, gelblich weisser, zuweilen fast ganz reiner Kalkstein, welcher an der Zugspitze, an der Alpspitze und an der Wettersteinwand u. s. w. in mächtigen Lagen auftritt, und hohe steile Felsenwände bildet.

Diese Gesteine sind deutlich die Decke aller jurassischen Ablagerungen in diesen Alpentheilen; jedoch ist bis jetzt die Untersuchung der darin enthaltenen Versteinerungen noch nicht weit genug vorgeschritten, um mit hinreichender Sicherheit das Alter dieses oberen Alpenkalkes näher festzustellen.

An mehreren Punkten, zum Beispiel auf dem Gipfel der Zugspitze, im Höllenthalkahr, an der Wettersteinwand, in der Mulde zwischen dem Soller- und dem Thörl-Pass u. s. w. treten oft ungemein zahlreiche kleine Korallenreste auf; Schafhaütl hat einige dieser Korallen als Nullipora annulata beschrieben und abgebildet. (Leonh. und Bronn's Jahrbuch 1853 S. 303 Taf. VI, Fig. 1.)

Ferner fanden sich auf der linken Seite des Höllenthales am Fusse des Wachsensteines „Auf der Stange“, ebenso wie auf der südlichen Seite der Zugspitze „Auf dem Platt“, nicht weit von dem unteren Ende des Plattachergletschers, mehrere Exemplare von Nerineen. Nach Hauer's Vergleichung scheinen diese Nerineen ganz übereinzustimmen mit denen des Plassen bei Hallstadt. „Der dortige Kalkstein ist beinahe sicher identisch mit den so petrefaktenreichen Schichten von Stramberg in Mähren; und diese letzteren scheinen nach den neueren Untersuchungen Hohenegger's vielleicht schon zur Neocomienformation zu gehören.“

In den gleichen Verhältnissen und mit sehr ähnlichen äusseren Formen, wie an der Zugspitze und am Wetterstein, setzt der obere Alpenkalk auch die höheren Theile und Gipfel des Kahrwendelgebirges zusammen, welches unmittelbar im Osten der hier näher betrachteten Gebirgsgruppe sich erhebt, und durch die wichtige Einsenkung des Isarthales von derselben getrennt ist.

Auch nördlich von dem Gebiete der Karte, in den Umgebungen des Ammerthales, tritt der obere Alpenkalk nochmals hervor. Man trifft denselben an den Laberköpfen, auf der nördlichen Abdachung des Laberberges, ferner an dem kleinen aber steil abgedachten „Kofel“, welcher sich unmittelbar südlich von Oberammergau mit pittoresken Formen erhebt und in seiner westlichen Verlängerung auf den nördlichen Abhängen des Brunnberges u. s. w. Es zeigt sich hier derselbe weisse, massige Kalk wie an der Zugspitze, auch enthält er stellenweise ganz die gleichen kleinen Korallenreste. Man findet die letzteren z. B. an den Laberköpfen, links vom Wege, welcher in nördlicher Richtung von der Soile-Alpe zur Weidachlahne führt, und besonders ziemlich zahlreich in den Schutthalden auf der südlichen und südöstlichen Abdachung des „Kofels“.

Interessant sind die mannigfachen Erosionsformen, welche das Regenwasser an den geneigten Schichten des oberen Alpenkalkes oder in den ebeneren Thalflächen hervorbringt. In den weiten Mulden im Hintergrunde des Rainthales, des Höllenthales und am südöstlichen Fusse der Dreithorspitzen, in welchen das Gestein im Allgemeinen fast ohne Vegetationsbedeckung der Einwirkung des atmosphärischen Wassers ausgesetzt ist, haben sich auf diese Weise ausgezeichnete Karrenfelder gebildet. Der Boden ist theils mit tiefen und breiten Erosionsfurchen, theils mit kesselförmigen Vertiefungen und Einsenkungen bedeckt. Die Bildung der letzteren wird hauptsächlich durch die zahlreichen Klüfte im Inneren des Gebirges möglich; sie gestatten dem Regen- und Schneewasser, nachdem es den kohlensauren Kalk aufgelöst hat, einen unterirdischen Abfluss am Boden der verschiedenen Trichter.

In dem oberen Alpenkalk kommen an mehreren Punkten Bleierzspuren[1] vor, z. B. in der Kohlstattleite östlich von der Ahrnspitze, an der Ferchenwand und an anderen Punkten des Wettersteines, im Gassenthale nördlich vom Hohen Gaif und an mehreren Stellen im Höllenthale.

In dem letzteren Thale betreibt Herr Rechnungscommissär BIEBL, welcher dieses Gebiet vielfach in bergmännischer Beziehung durchforscht hat, seit längerer Zeit einen regelmässigen Bergbau, in einer Höhe von 4625 P. F. Es kömmt dort vorzugsweise Schwefelblei und molybdänsaures Bleioxyd (Gelb-Bleierz) vor. Galmei wurde noch nicht gefunden.

VI. Kreidebildungen, Orbitulitensandstein[2].

Die Orbitulitengesteine treten in den Umgebungen von Oberammergau an mehreren Punkten in ziemlich grosser Mächtigkeit auf. Es sind graue und grünlichgraue Sandsteine, durch die Verwitterung an der Aussenseite braun gefärbt, mit einem kalkigen und thonigen Cement. Das letztere wird an manchen Stücken sehr vorherrschend, überhaupt ist die Zusammensetzung dieses Gesteines, welches bald fein- bald grobkörnig ist, sehr wechselnd. In einzelnen Schichten werden die Quarz- und Hornsteinkörner sehr vorherrschend, und erlangen zuweilen eine bedeutende Grösse. Das Gestein ist dann sehr fest und nicht selten von unregelmässig verwachsenen Hornsteinstreifen durchzogen; die Aussenfläche wird bei der Verwitterung rauh und es treten theils kleinere gerundete Hornsteinkörner, theils grössere, gewöhnlich etwas eckige Hornsteinknollen bis zur Grösse einer Wallnuss, an derselben hervor.

Diese festen, grobkörnigen, zuweilen breccienartigen Gesteine kann man an den südlichen Abdachungen des Laberberges gegen Ettal beobachten, wenn man von der Nebelalpe zur Männdlalpe geht; sehr ausgezeichnet treten dieselben auch an den

---

1) Vergl. die näheren Bemerkungen bei SCHMITZ S. 379.

2) In dem Terrain der Karte, auf Taf. XIX, kömmt diese Formation nicht mehr vor, sondern erst nördlich davon.

Wänden auf, welche sich unmittelbar unterhalb des Rappenkopfes und des Brunnberges auf der südlichen Seite hinziehen, man berührt sie am Wege von der Kofel- zur Wegl-Alpe.

Ob ein hornsteinreicher dolomitischer Kalk von hellgrauer und bräunlicher Farbe, welcher bei der Verwitterung und unter dem Hammer gewöhnlich in zahlreiche ekkige Fragmente zerfällt, vielleicht noch mit zu der Orbitulitenkreide gerechnet werden muss, wage ich für jetzt nicht zu entscheiden. Er steht am Kamme des Brunnberges und des Sonnenberges in dicken, steil nach Norden geneigten Bänken an. Auch an den Abhängen des Labers, zwischen der Laberalpe und dem Labergipfel, kommen einige ähnliche dolomitische Gesteine vor.

Unter den Versteinerungen sind vor allem charakteristisch und fast allenthalben verbreitet zahlreiche Orbituliten; jedenfalls in zwei Species, wovon die eine mit Orbitulina concava Lam. die meiste Aehnlichkeit hat.

Ferner kam ein Bruchstück eines Ammoniten vor, an den Wänden südlich vom Rappenkopfe, oberhalb der Weglalpe; dieser Ammonit stimmt, nach Hauer, mit keiner bestimmten Art und ist wohl neu.

Auch fanden sich einige Ostreen, Nerineen, ein Turbo theils auf dem Südabhang des Rappenkopfes gegen das Graswangthal, theils in den Umgebungen der Soile- und Nebele-Alpe.

Diese Ablagerungen scheinen in Beziehung auf die Beschaffenheit des Gesteines und wahrscheinlich auch in Beziehung auf die Petrefakte mit ganz ähnlichen Schichten übereinzustimmen, welche Emmrich in der Urschelau im Traungebiete beobachtet und nach den dortigen, zahlreicheren Petrefakten zur Cenoman-Formation d'Orbigny's gerechnet hat[1].

Die Verbreitung der Orbitulitengesteine am Laberberg und am Brunnberg kann man bei den verwickelten Hebungsverhältnissen dieser beiden Bergzüge nur schwierig bestimmen. Es scheint, dass die Kreidebildungen unmittelbar auf den oberen Alpenkalk folgen, und dass sie in abweichender Lagerung über den älteren, schon früher theilweise gehobenen Formationen abgesetzt wurden. Ihre Schichten wurden später noch bedeutend gehoben, und häufig, wie zum Beispiel am Rappenkopf und Sonnenberg, durch Faltungen und Verschiebungen in sehr unregelmässige Stellungen zu den älteren Bildungen gebracht. An den Wänden unterhalb des Brunnberges und des Rappenkopfes zeigen die festen grobkörnigen Sandsteine vielfach wiederkehrende, wellenförmige Biegungen.

Die Kreidebildungen sind sehr entwickelt in dem Becken der Soile- und der Nebele-Alpe, zwischen den Laberköpfen und dem Ettaler Männdl; es kommen hier viele feinkörnige, kalkige, leicht zerstörbare Schichten vor, durch deren Verwitterung sich grosse Massen eines thonigen Schuttes gebildet haben.

---

1) Jahrbuch der k. k. geolog. Reichsanstalt. IV. 1853, S. 335 – 338.

Man trifft diese Formation wieder auf der südlichen Abdachung dieses Bergrückens, in den Verzweigungen des Spitzschlaggrabens.

Auch auf der gegenüberstehenden linken Seite der Amper treten, wie schon erwähnt, die Orbitulitensandsteine auf. Man findet sie am Rappenkopf südlich vom Kofel, sie ziehen von hier zum Brunnberg und setzen von dort wohl noch weiter in westlicher Richtung fort. Die steilen Abhänge dieses Bergzuges gegen die Weglalpe, gegen die Rambauern u. s. w. scheinen wohl grossentheils aus den verschiedenen Abänderungen dieser Gesteine zu bestehen[1].

Diluvium und Alluvium.

Das Diluvium und Alluvium sind auf der Karte mit der gleichen Farbe bezeichnet. Alluvialbildungen in den höheren Theilen des Gebirges, ebenso wie sehr untergeordnete Diluvialablagerungen in den Thälern, wurden nicht im einzelnen angegeben; dazu gehören z. B. die Alluvionen der Gebirgsbäche, und ferner die grossen Schutthalden, welche zuweilen die Abhänge der Berge bedecken, und an einigen Stellen, wie an den beiden Abdachungen des Thörlpasses, in den oberen Verzweigungen der Bodenlahne u. s. w. durch ein kalkiges Cement zu etwas festeren Massen verkittet sind.

Mit den übrigen Diluvialbildungen kommen am Eibsee und bei Grainau vorherrschend mächtige Anhäufungen von Trümmern des hellen oberen Alpenkalkes vor. Man findet einige sehr grosse Blöcke, zuweilen von 10 bis zu 25 Fuss Höhe. Diese Trümmeranhäufungen verdanken ihren Ursprung offenbar ausgedehnten Ablösungen und Felsstürzen an den langen, vielfach zerklüfteten Wänden des Wachsensteines; die Zeit ihrer Entstehung könnte vielleicht in ihren Anfängen schon in die Diluvialepoche zurückreichen; vorzugsweise jedoch gehören sie wohl späteren Perioden, bis zur Gegenwart herab, an.

Von Interesse sind die beiden Diluvialterrassen im Loisachthale südlich von Garmisch und auf der linken Seite des Isarthales. Sie bestehen aus festeren Comglomeraten der verschiedenen sedimentären Alpengesteine mit erratischen Geschieben vermischt, welche bis in die untersten sichtbaren Lagen hinabreichen; im Isarthale kommen zwischen den Comglomeraten auch sandige und kalkige Ablagerungen vor. An mehreren Punkten erheben sich dieselben 120 bis 180 Fuss über das Nivau der Flüsse, und sie machen uns dadurch auf die grosse Mächtigkeit aufmerksam, mit welcher ursprünglich die Diluvialbildungen die Thalsohlen ausfüllten, und auf die bedeutenden Erosionen, welche später durch die Gewalt der Flüsse in diesen Ablagerungen hervorgebracht wurden.

Mit den Diluvialbildungen vereinigt kommen in diesem Gebiete zuweilen mäch-

---

1) Weiter nördlich folgen noch, im Ammerthal, von jüngeren Bildungen: die eocenen Fucoidengesteine, in grosser Mächtigkeit; und die Tertiärablagerungen von Kohlgrub, Rottenbuch u. s. w.

tige Bänke und Stöcke von weisslichen, sehr feingeschlemmten Kalktheilchen vor, welche durch einigen Thongehalt zu etwas compacteren Massen verbunden sind. Sie werden (unter dem Namen „Kreide") vorzüglich bei Kaltenbrunn, am Kranzbach südwestlich von Klais, am linken Ufer des Isarthales südlich von Krün u. s. w. ausgebeutet.

Herr Professor Ehrenberg, welcher die Güte hatte, eine Probe dieser Ablagerungen unter dem Mikroskope näher zu untersuchen, fand ebenfalls, dass sie aus quarzigen Trümmern, Sand und unkrystallinischen Kalktheilchen zusammengesetzt sind. „Einige quarzige Theilchen ähneln zerfressenen Phytolitharien. Wenn man sich viel Mühe giebt, solche Spuren zu verfolgen, d. h. wenn man mehrere hundert Analysen machen kann, so möchte ich mit Ueberzeugung aussprechen, werden sich auch einige wohlerhaltene Festland-Phytolitharien nachweisen lassen, was mir bisher nicht gelang, indem ich nur zweifelhaft Lithostylidium zu erkennen glaubte".

Eine der wichtigsten Erscheinungen, welche sich bei dem Studium der alpinen Diluvialbildungen darbietet, sind die erratischen Blöcke. Ich habe mich bemüht, auf der Karte und auf Seite 7, nach directen barometrischen Messungen, die obersten Grenzen ihres Vorkommens anzugeben. In den unteren Theilen dieses Gebietes kann man fast allenthalben, wenigstens zerstreute Rollstücke crystallinischer Gesteine auffinden. In grösserer Anzahl kommen dieselben vor auf der linken Seite des Isarthales beim Lautersee und auf der Höhe der Diluvialterrasse, ferner westlich von da auf dem hügeligen Hochlande in den Umgebungen von Klais, wo man allenthalben Spuren von Diluviallagerungen antrifft; dieselben verbreiten sich von hier nach Osten durch das Kankerthal und nach Südosten auf die Abhänge des Kranzberges in der Ellmau und auf den Wettersteinwald; zahlreiche und ziemlich grosse Blöcke, bisweilen von 100 bis 300 Centimeter Umfang, welche aber auch hier stets als abgeriebene Geschiebe auftreten, liegen „Auf der Ebnet" auf der Höhe der Diluvialterrasse im Loisachthale.

Für die Beurtheilung der Art und Weise der Ablagerung der erratischen Blöcke möchten folgende Punkte vorzüglich Erwähnung verdienen:

Die erratischen Geschiebe reichen in dem oberen Loisach- und Isargebiete im allgemeinen bis zu einer Höhe von 4000 und 4400, zuweilen selbst bis 4600 Par. Fuss. Auch an diesen obersten Grenzen sind es völlig abgerundete Geschiebe von 5 bis 20 Centimeter im Durchmesser. Vorherrschend sind hier Hornblendegesteine, mit ihren mannigfachen massigen und schieferigen Abänderungen; zuweilen auch mit Granaten gemengt, als Eklogite. Neben ihnen findet sich auch Glimmerschiefer, Gneiss, ebenso wie einige wenige Granitstücke.

Selbst auf dem isolirten Gipfel des Peissenberges bei 3005 Par. Fuss, mehr als 2 Meilen vom Rande der Alpen entfernt, befinden sich noch mächtige Lagen von Diluvialgeröllen und abgerundeten erratischen Blöcken.

Die erratischen Gesteine sind durchaus nicht auf der Oberfläche der älteren Diluvialgerölle allein abgesetzt, sondern sie finden sich auch in dem Inneren der letzteren allenthalben zerstreut, und sie reichen selbst bis in die untersten Lagen derselben hinab.

Einen sehr schönen Aufschluss gewähren hierüber die tiefen Erosionen der grösseren Flüsse in den Geröllmassen, welche die bayerische Hochebene bedecken. In der Nähe von München sieht man zum Beispiel bei der Menterschwaige, bei Hesellohe und Pullach u. s. w., wo die Diluvialgerölle, theilweise zu festeren Conglomeraten verkittet, eine Mächtigkeit von 100 P. F. und darüber erreichen, allenthalben gerundete erratische Gesteine, selten grösser als eine Faust, noch in den tiefsten Bänken dieser Bildungen, unmittelbar über dem Tegel, eingeschlossen.

Die Grundlage der Diluvialablagerungen wird hier, wie überall in den Umgebungen von München, von einem gelblich-grünen kalkhaltigen, etwas glimmerigen Thon[1] gebildet, welcher zuweilen mit sandigen feinkörnigen Lagen wechselt. Diese Bildungen werden Tegel und Flinz genannt; sie gehen längs der Isar zu Tage, auch trifft man sie stets bei der Anlage von Brunnen in dem weiten Erosionsthale der Isar bei München, Garching, Freising u. s. w. Diese Thonunterlage scheint eine undulirende Oberfläche zu haben, indem sie bald mehr bald weniger hoch zwischen die Diluvialgerölle emporreicht. Eine deutliche Schichtung konnte ich an den verhältnissmässig wenigen Stellen, an welchen sich grössere Entblössungen dieser Ablagerungen darbieten, nicht beobachten.

Der Tegel und Flinz dürfte wohl schon zu den obersten (pliocenen) Tertiärbildungen gerechnet werden, obgleich bis jetzt Versteinerungen noch nicht darin aufgefunden werden konnten.

Blöcke von auffallend grossen Dimensionen sind überhaupt in den von mir untersuchten Thälern ebenso wie auf den Hochebenen in den Umgebungen der Isar und Amper nicht sehr häufig. Da wo grössere Blöcke zahlreicher auftreten, sind sie zwar zuweilen mehr in den oberen Ablagerungen angehäuft, sie stecken aber stets in den anderen Diluvialgeröllen und sind theils eckig theils zugerundet und abgerieben, wie die kleineren Geschiebe. Auch wurden, wie ich mich an mehreren Punkten ganz bestimmt überzeugen konnte, bei dem Graben von Brunnen öfter grosse Blöcke selbst aus bedeutenden Tiefen emporgeschafft.

Die Lagerungsverhältnisse der erratischen Gesteine[2] lassen wohl keinen Zweifel übrig, dass hier wenigstens die Art ihres Transportes und die Zeit der Ablagerung die gleiche gewesen sein muss, wie jene der anderen sie einschliessenden diluvialen

---

1) Vergl. über sein chemisches Verhalten: Schafhäutl, geognostische Untersuchungen u. s. w. S. 21.

2) Das Vorkommen der erratischen Gesteine und ihre Beziehung zu den übrigen diluvialen Geröllablagerungen in Oberbayern, bietet vielfache Analogien mit dem Auftreten dieser Bildungen im Bodensee-Becken dar, worüber Fromherz gründliche Beobachtungen mitgetheilt hat. Leonhard und Bronn's Jahrbuch. 1850. S. 641—656.

Geröllmassen, welche die bayerische Hochebene in so grosser Ausdehnung bedecken. Diese Geröllablagerungen sind offenbar Bildungen mächtiger Strömungen[1].

Die bedeutende Höhe, bis zu welcher die erratischen Geschiebe in einzelnen Thälern und an den Abhängen der Berge hinaufreichen, ebenso wie ihre Verbreitung aus den centralen Theilen Tyrols nach Norden über hohe Pässe und Kämme hinweg, kann wohl am besten durch die Annahme erklärt werden, dass erst nach der Ablagerung des erratischen Diluviums noch bedeutende Veränderungen in der Configuration der Gebirgsoberfläche vor sich gingen, und dass in einzelnen Theilen zusammenhängende Massen-Erhebungen oder Senkungen stattfanden, wodurch die früheren[2] Niveauverhältnisse der Diluvialablagerungen bedeutend gestört wurden[3]. Die ausgedehnten und tiefen Verwerfungsspalten (fault der englischen Geologen), welche die Alpen in allen Richtungen durchziehen und, wie ich glaube, vorzugsweise die Thalbildung bedingt haben, mussten ähnliche Hebungen oder Senkungen verschiedener Theile des Gebirges wesentlich erleichtern.

Die Unterlage der Diluvialgerölle auf der bayerischen Hochebene bildet, wie schon oben erwähnt wurde, der (tertiäre) Tegel.

Als die oberste Decke des Diluviums treten mit wechselnder Dicke ausgedehnte Lehmlager auf. Die Mächtigkeit und die Verbreitung derselben wurde durch die Erosionen und den wechselnden früheren Lauf[4] kleinerer Bäche und Flüsse vielfach verändert.

Hebungsverhältnisse.

Das auf der Karte angegebene Fallen und Streichen der Schichten bezieht sich nicht auf den magnetischen, sondern auf den wahren Meridian. Die Abweichung der Magnetnadel wurde nach den gleichzeitigen Beobachtungen auf der Königlichen Sternwarte zu München, in runder Zahl, zu $15\frac{1}{2}°$ nach Westen angenommen.

---

1) Ueber das Vorkommen grosser, mehr oder minder scharfkantiger Blöcke in vielen Thälern der Alpen, in den Ebenen der Schweiz und am Jura, und über die Beziehungen der Gletscher zu diesen Phänomenen vergl. die kurzen Bemerkungen S. 123—125 und die Beobachtungen über die schalige Absonderung des Granites in Cap. IV, S. 167—174.

2) Verschiedene Ungleichheiten in dem Niveau der Diluvialablagerungen konnten auch schon bei der ursprünglichen Bildung derselben unter dem Einflusse verschiedener Strömungen herorgebracht werden.

3) Vergl. die interessanten Mittheilungen über das alpine Diluvium von Sir Rod. Murchison. Quart. Journ. Geolog. Soc. VI. 1850. S. 65.

4) Viele interessante Beobachtungen über den früheren Lauf der Flüsse auf der bayerischen Hochebene, und über die Zusammensetzung der Geröllmassen enthält die sorgfältige Arbeit von Weiss: Südbayerns Oberfläche nach ihrer äusseren Gestalt. München 1820.

Die Beobachtungen über das Fallen der Schichten wurden gewöhnlich an mehreren nahe gelegenen Stellen wiederholt, um mich von der Uebereinstimmung desselben zu überzeugen, und um kleinere nur locale Unregelmässigkeiten in einem allgemeinen Mittel zu eliminiren.

Ausser der regelmässigen Stratification trifft man in diesem Gebiete auch häufig eine ausgedehnte und weit verbreitete Zerklüftung des Gesteines, welche von der Schichtung unabhängig ist; sie kann mit jenen von MURCHISON, SEDGWICK, SHARPE, DE LA BECHE[1] und Anderen sorgfältig untersuchten Erscheinungen der transversalen Zerklüftung[2] (joints) verglichen werden. Man muss natürlich die blos auf die oberen Felslagen beschränkte, ganz unregelmässige Zerspaltung durch die Verwitterung, welche besonders an isolirten Kämmen in sehr auffallender Weise eintritt, von den langen, regelmässig streichenden Klüften unterscheiden, welche uns hier beschäftigen.

Es lässt sich dabei ganz deutlich erkennen, dass diese Klüfte oder Blätter, wie sie ganz passend von den Bergleuten im Höllenthale genannt werden, oft auf einem ziemlich grossen Areale eine bestimmte mittlere Richtung beibehalten, und ferner, dass verschiedene sich durchschneidende Klüftungssysteme zugleich in demselben Gebiete vorkommen. Diese Klüfte treten besonders schön in dem oberen Alpenkalk auf; man findet sie jedoch auch in dem Dolomit ebenso wie in den Kalkmergeln.

Ich werde einige specielle Beispiele aus dem Höllenthale und seinen Umgebungen zur Erläuterung anführen, da ich hier, begünstigt durch einen längeren Aufenthalt und die Aufschlüsse, welche mir die interessanten Bergbauarbeiten gewährten, diese Erscheinungen am besten verfolgen konnte.

Die mittlere Richtung des einen, vorherrschenden Systemes von Klüften geht hier von N.O. nach S.W. (N. 25—50 O. nach S. 25—50 W.). Man kann die ziemlich steil, zuweilen fast vertical stehenden, gewöhnlich geglätteten und abgeriebenen Flächen der Klüfte oft weithin an den Wänden oder an den kleinen Bächen verfolgen, welche sich überhaupt da, wo sie längs der verschiedenen Klüfte laufen, vorzugsweise tiefe Rinnsale gegraben haben. Die steile Stellung der Klüfte begünstigt dabei sehr wesentlich die Tiefe der Erosion. Man trifft die langen Klüfte mit der oben angeführten mittleren Streichungslinie zum Beispiel in den Stollen des Bergwerkes, am Wege zur Hupfleite, im Mathiaskahr und im Mitterkahr weiter rückwärts im Thale, an der steilen Senkung am Nordrande des Höllenthalkahres, in dem letzteren selbst, am Fusse des Bergli; ferner sind sie sehr schön entblösst

1) DE LA BECHE (the geological observer. 1851, S. 706—726) hat eine sehr lehrreiche Uebersicht der wichtigsten Facta gegeben.

2) Die transversale Schieferung (cleavage), welche hauptsächlich in den paläozoischen Schiefern vorkömmt, ist eine von diesen Klüften (joints) verschiedene Erscheinung.

an den Wänden auf der nordwestlichen Seite des Wachsensteines zwischen dem Alplebach und dem Rohrbach, u. s. w.

Neben diesen vorherrschenden Klüften konnte ich noch ein anderes, wie es scheint untergeordnetes, Spaltensystem beobachten, dessen mittlere Richtung von W.N.W. nach O.S.O. geht. Diese Klüfte finden sich am Hupfleitenpasse, am Schwarzenkopf und Osterfeld, auf der südlichen Abdachung des Kreuzjoches, am nordöstlichen Ende des Wachsensteines und an anderen Punkten seiner steilen Wände, ferner im Höllenthalkahre u. s. w. An dem letzteren Punkte durchschneiden sie die Klüfte des ersteren Systemes, welche hier von N.N.O. und N.O. nach S.S.W. und S.W. streichen, unter sehr grossen, oder fast rechten Winkeln, wodurch vielfache Senkungen und Verwerfungen einzelner Gesteinpartieen entstehen.

Wenn man an Ort und Stelle diese langen Klüfte verfolgt, so wird man sehr bald auf einen gewissen Zusammenhang aufmerksam, welcher zwischen ihrer mittleren Richtung und zwischen jener verschiedener Thalspalten und steiler Felsenwände stattfindet. Manche Thäler und Kämme, welche mit der Streichungslinie oder dem verschiedenen Fallen der Schichten keinen Zusammenhang zeigen, zum Beispiel das Höllenthal oder der nach beiden Seiten steil abgeschnittene Zug des Wachsensteines, verdanken ihre Richtung und Entstehung sehr wahrscheinlich denselben oder ähnlichen Ursachen, welche die oben beschriebenen Spaltensysteme hervorgerufen haben.

Aus den angeführten Beobachtungen sieht man zugleich, dass das Gebirge hier durch die ursprüngliche Stratification und durch spätere Zerklüftungen in sehr verschiedenartigen Richtungen durchschnitten wird. Es bedarf daher oft einiger Vorsicht, um mit Sicherheit die wirklichen Schichtenflächen bei der Bestimmung ihres Fallens und Streichens aufzufinden, um so mehr, da in dem oberen Alpenkalk ebenso wie in dem Dolomite die Stratification zuweilen ziemlich undeutlich wird. Klüftung und Schichtung unterscheiden sich sehr häufig dadurch, dass die Schichtungslinien an einem Abhange weit zahlreicher und regelmässiger wiederkehren, als die Klüfte und Spalten; man muss ferner einzelne etwas verschieden gefärbte Gesteinlagen aufmerksam verfolgen, und die Beobachtungen an mehreren Punkten und besonders auf verschiedenen Abdachungen eines Berges wiederholen, um ein klares Bild von der Stellung der Schichten und der davon bedingten inneren Structur des Gebirges zu erhalten.

A. Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines[1].

Der lichte obere Alpenkalk bildet von dem Wetterstein über die Dreithorspitzen

1) Vergl. mit diesen Bemerkungen die Zeichen für das Fallen und Streichen der Schichten auf der Karte.

Durch diese Zeichen, welche an den wichtigsten Punkten eingetragen sind, dürften wohl die Structur und die Hebungsverhältnisse des Gebirges hinreichend deutlich und naturgemäss hervortreten.

bis zum steilen nordwestlichen Abfalle der Zugspitze gegen den Eibsee einen sehr zusammenhängenden Felskamm, welcher sich schon aus weiter Ferne auszeichnet.

Im Westen und im Süden ruht der obere Alpenkalk in regelmässiger Folge auf den älteren Formationen, welche unter denselben einfallen.

Weit unregelmässiger zeigen sich die Lagerungsverhältnisse auf der nördlichen Seite dieser Gebirgsmasse. Das Gebirge ist hier vielfach durch ausgedehnte Verwerfungsspalten zerrissen und zerstückt, und einzelne Schollen desselben wurden durch spätere Hebungen und durch seitlichen Druck auf so sonderbare Weise zusammengeschoben, dass öfter der obere Alpenkalk regelmässig unter die dunkelen Mergel und Kalksteine des unteren Lias einzufallen scheint; diese letzteren werden dann zuweilen im weiteren Verlaufe abermals von dem oberen Alpenkalk oder selbst von den Dolomiten des unteren Alpenkalkes bedeckt.

Diese abnormen Lagerungsverhältnisse sind zum Beispiel sehr schön aufgeschlossen an dem kleinen Sattel zwischen dem Längenfeld und dem Osterfeld.

Der Dolomit, welcher dort in der Bodenlahne gleichfalls mit Nordostfallen folgt, muss trotz der scheinbaren Auflagerung auf den unteren Lias an der ganzen linken Seite der Bodenlahne doch zum unteren Alpenkalk gerechnet werden, da er in seiner östlichen und nordöstlichen Verlängerung, bei Krün und nördlich vom Barmsee, unmittelbar mit den Dolomiten des unteren Alpenkalkes zusammenhängt, welche am Rindberg und Eckenberg in regelmässiger Weise als die Grundlage des unteren Lias auftreten.

Sehr interessant ist die Structur des Gebirges auf der nördlichen Abdachung des Wettersteines. Gerade auf der Höhe der kleinen Kämme, welche vom Wetterstein auslaufen, am Zirmeskopf, Kämikopf und am Gamsangerle, ist das Gebirge sehr zerrissen, so dass hier kleine Particen der Sandsteine und Mergelkalke des unteren Lias mitten zwischen dem lichten Alpenkalk zum Vorschein kommen. Die Schichten des oberen Alpenkalkes, welche am Hauptkamme selbst mit 40 bis 50° nach Norden 15° Westen fallen, werden unmittelbar am Fusse der Wände weit flacher, wie auch auf der Karte angegeben ist, und sie haben hier am Kämithor, am Vorder- und Hinter-Kämi nur eine Neigung von 20 bis 25°. Gegen diese flacheren Kalkbänke sind nun die, oft verdrückten und gewundenen, sandigen Mergel, gewöhnlich mit steileren Neigungen auf sehr verschiedenartige Weise herangepresst. Ueber ihnen folgt abermals der ganz gewöhnliche, unverkennbare obere Alpenkalk, welcher an den Abhängen des Gamsangerle, des Zirmes-[1] und Kämi-

---

In Profilen würden sich diese verwickelten Structurverhältnisse wohl nur schwer richtig und übersichtlich ausdrücken lassen; die Durchschnitte könnten bei der sehr wechselnden Streichungslinie der Schichten nur immer auf kurze Distanzen eine gleiche Richtung beibehalten, wenn auf denselben das Fallen der Schichten in dem wahren Verhältnisse eingetragen werden soll.

1) Auf meiner Karte wurde der Name Zirmeskopf zum vorderen Kämi, der Name Kämikopf hingegen zum hinteren Kämi gesetzt, übereinstimmend mit der jetzt allgemein gebräuchlichen Bezeichnung

kopfes überall Nord- und NordNordOst-Fallen zeigt; er fällt nämlich am Zirmeskopf mit 47° nach Norden 3° Osten, am Kämikopf auf der westlichen Seite mit 65° nach Norden 19° Osten, auf der östlichen Seite mit 77° nach Norden 12° Osten. In den oberen Theilen dieser Kämme, zunächst den Schiefern, ist die Stratification durch vielfach sich durchkreuzende Klüfte sehr undeutlich.

Nördlich vom Kämi- und Zirmeskopf trifft man einen langen zusammenhängenden Streifen der thonigen, dunkelen Unter-Lias-Gesteine mit ihren charakteristischen Versteinerungen. Ihre Lagerungsverhältnisse zu dem im Süden befindlichen oberen Alpenkalk scheinen, soweit die Rasen- und Waldbedeckung ihre Beobachtung gestattet, nicht immer dieselben zu sein. — Unmittelbar am nördlichen Fusse des Kämikopfes sind Schichten entblösst, welche mit 65° nach Norden 30° Osten fallen, und dieses Fallen ist auch noch an anderen Stellen am Fusse des Kämi- und Zirmeskopfes angedeutet. Hingegen in der östlichen Verlängerung dieses schmalen Bandes von unterem Lias, am Burgberg, wo die Structur des Gebirges etwas einfacher wird, sieht man überall ganz bestimmt den steil südlich fallenden Dolomit als die Grundlage des in gleicher Richtung fallenden unteren Lias, über welchem dann der obere Alpenkalk folgt.

Aber auch im Westen, in den sehr versteinerungsreichen Schichten des unteren Lias südlich vom Rachen, findet man wieder ein Fallen nach Süden 15° Westen mit ungefähr 70° Neigung; ich vermochte bei der wenig deutlichen Stratification des Dolomites im Rachengraben nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden, ob der letztere, wie mir mehrmals schien, ebenfalls südliches Einfallen besitzt.

Die Bildung der kleinen Querthäler am Wetterstein, welche sich zwischen den verschiedenen secundären Kämmen herabziehen, von der Schachenalpe bis zum westlichen Fusse des Gamsangerle, ist deutlich von den allgemeinen Hebungsverhältnissen des Gebirges bedingt. Es sind Senkungsthäler, welche den Zusammenhang der Schichten unterbrechen; auch ist das Fallen der Schichten in den Thalsohlen sehr verschieden von jenem auf den Kämmen.

Wie am Kämi, so findet man auch auf der hochgelegenen Frauenalpe, nördlich von den Dreithorspitzen, und im Grossen Hunds-Stall in Folge einer tiefen Zerspaltung und späteren mächtigen Zusammenschiebung des Gebirges, einzelne Partieen des wohl charakterisirten unteren Lias zwischen den steil aufgerichteten Massen des oberen Alpenkalkes eingeklemmt[1].

---

dieser Punkte durch die Gebirgsbewohner; auf der Generalstabskarte ist die Stellung dieser beiden Namen die umgekehrte.

1) Die dicken Schneelagen, welche auch bei wiederholtem Besuche dieser Punkte in den letzten Tagen des Juni noch viele Stellen des Bodens im Hunds-Stalle und auf der Frauenalpe, ebenso wie am Gamsangerle bedeckten, machten es mir leider unmöglich die Verbreitung der Gesteine des unteren Lias im Detail zu verfolgen; es möge dieser Umstand vorkommende kleine Abweichungen der Karte entschuldigen. Das allgemeine Factum konnte ich jedoch überall mit Bestimmtheit feststellen.

Von einem höheren Punkte aus sieht man sogleich, dass die beiden letzteren Streifen sich correspondiren und wohl in derselben Dislocationslinie liegen. Bis zur Sohle des Oberrainthales dürften die dunkelen Kalkmergel nicht mehr herabreichen, sie verschwinden, wie mir wenigstens deutlich schien, schon früher an den steilen Wänden zu beiden Seiten des Thales, zwischen den enger zusammengepressten Kalksteinmassen.

Längs der Dislocationsspalten treten an einigen Punkten stockförmige Massen einer sehr porösen und cavernösen hellgelben und röthlichen Rauchwacke auf, welche jedoch meistens mit Säuren braust, und in einen sehr zelligen Kalk übergeht.

Es erinnert dieses lebhaft an das ähnliche Vorkommen von Rauchwacke und Gips längs grosser Hebungs- und Verwerfungslinien in der Schweiz, welches STUDER und neuerdings BRUNNER[1] treffend hervorgehoben haben.

Zum Schlusse möge noch mit wenigen Worten das Rainthal besprochen werden, welches in so ausgezeichneter Weise tief in das Innere dieser Gebirgsgruppe eindringt. In seinen vorderen Theilen ist dasselbe ein entschiedenes Querthal, dessen gegenwärtige Formen vielfach durch die Erosion[2] der Gewässer in den thonigen Kalken und Mergeln bedingt wurden. Später wird dasselbe jedoch ein ausgezeichnetes Längenthal mit etwas breiterer Sohle, bis es zuletzt in eine jener weiten Mulden endiget, welche für die Thäler der Alpen überhaupt so charakteristisch sind. Da, wo es ein Längenthal ist, erscheint es zugleich als ein synclinales Thal, indem sich die Schichten der hohen Kämme auf den beiden Seiten mit ziemlich entgegengesetztem S.S.O.- und N.N.O.- oder N.O.-Fallen gegen das Thal hereinneigen.

B. Gebirgszüge zwischen der Loisach und Amper.

Der Dolomit des unteren Alpenkalkes, welcher die Kämme der Nothberge und des Kühnjoches zusammensetzt, und sich von hier noch weiter nach Westen über den Kuchel- und Friederberg erstreckt, bildet am Brunstelkopf, Schafkopf u. s. w. mit einem Fallen nach S.S.W. die Unterlage der dunkelen, mergeligen Kalke der unteren Lias-Formation. Jedoch weiter im Inneren des Dolomitzuges, an der Noth auf der linken Seite des oberen Giessenbachthales, ebenso wie zu beiden Seiten des Alpbaches herrscht N.N.O.-Fallen, während endlich an dem nördlichen und nordöstlichen Abfall dieser Berge die Schichten wieder in entgegengesetzter Richtung theils nach S.O., theils nach S.S.W. oder S. geneigt sind.

Es haben hier also wohl mehrfache Erhebungen und Zusammenschiebungen stattgefunden.

---

1) BRUNNER, über die Hebungsverhältnisse der Schweizer Alpen. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft. III. 1851. S. 554.

2) Ein schönes Beispiel für die Kraft dieser Gebirgsbäche gewähren die tiefen und steil eingeschnittenen Erosions-Rinnen der Partnach an der vorderen, mittleren und hinteren Klamm.

Sehr unregelmässige Lagerungsverhältnisse trifft man, wenn man ein Profil südlich über die Kalkmergel des Lahnewiesgrabens hinweg auf den Kramer zieht.

Es folgen hier am ganzen Kramer, bis zum 6085 P. F. hohen Gipfel desselben, mächtige Dolomitmassen deutlich über den Schichten des unteren Lias. Wenn man zunächst die unmittelbaren Umgebungen des Kramerberges untersucht, so scheint es anfangs allerdings, als ob die aufgelagerten Dolomite jünger sein müssten, als die darunter befindlichen Schichten des Lahnewiesgrabens. Wenn man jedoch den Dolomitzug des Kramer in seiner westlichen Fortsetzung verfolgt, so kann man sich bestimmt überzeugen, dass diese Gesteine mit dem gewöhnlich in diesem Gebiete als unterer Alpenkalk auftretenden Dolomit verbunden werden müssen.

Der Dolomitzug, welcher am Kramer eine so grosse Breite besitzt, wird nämlich weiter nach rückwärts am linken Ufer der Loisach über den Griesberg und Ofenberg hinweg immer schmäler, er hängt deutlich mit den ganz gleichen, auf das rechte Ufer der Loisach hinübersetzenden Gesteinen zusammen, welche sich dann, ohne die geringste Unterbrechung ihres Zusammenhanges zu erleiden, an den Thörlen und am Eibsee unmittelbar als die Grundlage der unteren Lias-Formation erweisen.

Der Dolomit wurde am Kramerberg offenbar längs einer tiefen Verwerfungsspalte durch einen mächtigen Druck über die jüngeren Formationen herübergeschoben.

Diese Ansicht findet auch darin eine Bestätigung, dass die Auflagerungsverhältnisse weit weniger regelmässig sind, als man bei der ersten Beobachtung an manchen Punkten vermuthen könnte. Am westlichen Ausläufer des Ofenberges sieht man zum Beispiel, dass die Dolomite, welche zunächst über den nach Süden oder nach Süd 12° Ost fallenden dunkelen Kalkmergeln folgen, mit etwa 47° nach N. 30° O. fallen, während etwas weiter entfernt, auf der südlichen Seite des Jägerecks, die Schichten nach S. circa 30—45° O. geneigt sind. Zwischen diesen beiden Punkten sind die Schichten mannigfach verdrückt und gebogen. Aehnliche Verhältnisse wiederholen sich noch öfter längs der nordwestlichen Grenze des Dolomites.

Auch am Kramer ist ein sehr bedeutender Unterschied in der Neigung der Dolomit- und der tieferen Mergel-Schichten vorhanden, welche von der ersteren in ganz abweichender Lagerung bedeckt werden. Die Dolomitschichten am Kramer fallen mit 30 bis 40° Neigung nach S. oder nach S. 15 bis 25° W., jene am Hirschbühel-Grat mit 46° nach S. 9° W., während hingegen die rothen Lias-Mergel und Kalksteine auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens, unterhalb des Hirschbühels und des Stepberg-Ecks, mit weit steileren Winkeln von 60 bis 80°, ja zuweilen fast 90° nach S., S.S.W. oder auch S.S.O. einfallen. Man kann am Bache die schön entblössten Schichten oft weit verfolgen; und man sieht hier, dass die Streichungslinie derselben vielfach wellenförmig gekrümmt und verdrückt ist; es zeigen sich daher, wie auch auf der Karte angegeben ist, oft in geringer Entfernung ziemlich abweichende Fallrichtungen.

Diese so unregelmässige Ueberschiebung des Dolomites über die jüngeren For-

mationen kann wohl auch zur Erklärung der auffallenden Erscheinung dienen, dass die obere Lias- und Jura-Formation, welche am nördlichen Fuss des Hirschbühels ansteht, in ihrer östlichen Verlängerung immer schmäler wird, und später ganz unter dem weiter nach Norden vortretenden Dolomit verschwindet. Wenigstens zeigten sich nirgends weiter thalabwärts auf der rechten Seite des Lahnewiesgrabens die charakteristischen rothen und grünlichgrauen Kalkmergel des oberen Lias und des Jura oder die sie begleitenden Petrefaktenreste. Die dunkel gefärbten, petrefaktenführenden Mergel und Kalksteine des unteren Lias scheinen hier im allgemeinen bis an den Dolomit heranzureichen, welcher gewöhnlich in seinen tieferen Theilen keine regelmässige Schichtung erkennen lässt.

CAP. XVII.

BEMERKUNGEN ÜBER DIE PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE DES KAISERGEBIRGES.

VON

ROBERT SCHLAGINTWEIT.

INHALT.

Orographische und geologische Verhältnisse.

Das Kaisergebirge, auch die Wilden Kaiser genannt, liegt auf der östlichen Seite des Innthales bei Kufstein, unter 47° 30′ bis 47° 38′ nördlicher Breite und 10° östlicher Länge von Paris. Es bildet dasselbe einen Theil der nördlichen Nebenzone der Alpen, die sich aus der Schweiz durch Bayern und Oesterreich bis nach Wien erstreckt.

Diese Gebirgsgruppe wird auf allen Seiten von tiefen Thaleinsenkungen umschlossen und ragt ziemlich bedeutend über die umgebenden Berge hervor. Da mir noch keine specielleren Untersuchungen über das Kaisergebirge bekannt waren, so habe ich versucht, im August und September 1853 einige Beobachtungen über die geologischen und physicalischen Verhältnisse desselben zu sammeln.

Als der vorzüglichste Charakter in der orographischen Gestaltung des Kaisergebirges dürfte hervorzuheben sein, dass hier die hohen Bergzüge eine weite, nur gegen Westen, nämlich gegen das Innthal geöffnete Mulde umschliessen. Die beiden vorzüglichsten Erhebungen befinden sich im Süden und im Norden der Mulde; das Stripsenjoch im Westen derselben vermittelt den Uebergang zwischen den beiden anderen Seiten.

Auf dem hohen Kamme, welcher den südlichen Rand des Kaisergebirges bildet, trifft man vom Innthale ausgehend den niedrigeren Moosberg oder Zeppkaiser; an diesen schliessen sich die Scheffauerspitze, ferner der Wesberg und die Achsel an. Es folgt hierauf im Osten der Treffauerkaiser mit der Treffauerspitze, welche den höchsten Punkt der ganzen Gebirgsgruppe bildet. Als Ausläufer des Treffauerkaisers sind gegen Osten die Kaiserspitzen, das Grosse Thor und der Hochkaiser, gegen Nordosten die Maukspitze zu nennen.

Der nördlich gelegene Hinterkaiser, auch kleiner Kaiser genannt, welcher durch das Stripsenjoch mit dem eben beschriebenen südlichen Kamme zusammenhängt, fällt steil gegen das Innthal ab, während ein Ausläufer desselben, der Habberg oder Haberberg, gegen Norden sich allmählig verflacht.

Die weite Mulde, welche von diesen Bergzügen eingeschlossen wird, ist durch einige kleinere Erhebungen, durch den Stadtberg, ferner durch das Brentenjoch mit seiner Fortsetzung dem Gemsberge in zwei Thäler getheilt, nämlich in das grössere, nördlich gelegene Kaiserthal und das kleinere Thal des Gaisbaches.

Die beiden Zeichnungen auf der Tafel XX dürften vielleicht dazu beitragen, den allgemeinen orographischen Charakter dieser Gebirgsgruppe noch etwas näher zu erläutern.

Figur 2 zeigt den hohen südlichen Kamm des Kaisergebirges in seiner ganzen Ausdehnung. Diese Ansicht ist von der Hohen Salve aus gezeichnet, welche sich im Süden, dem Kaisergebirge gegenüber erhebt, und durch das Thal von Söll und Elmau davon getrennt ist. Die Hohe Salve gewährt zugleich ihrer isolirten Lage wegen einen höchst belehrenden Ueberblick über die Alpen von Tirol und Salzburg, von welchen sie in einem weiten Kreise umgeben ist[1].

Das Kaisergebirge zeigt hier eine Reihe von Gipfeln, die in der Richtung von Westen nach Osten allmählig an Höhe zunehmen, und in dem Treffauerkaiser ihre grösste Erhebung erreichen. Bei näherer Untersuchung dieser Gebirgskette erkennt man sehr bald, dass die einzelnen nur durch schmale Einschnitte getrennten Gipfel früher sehr wahrscheinlich einen weit mehr zusammenhängenden Kamm gebildet haben, welcher erst später durch die Verwitterung seine jetzigen mannigfachen Formen erhielt. Besonders deutlich lässt sich dies am Treffauerkaiser erkennen; auf seinem Kamme erheben sich mehrere einzelne Gipfel, die sich so wenig durch ihre Höhe unterscheiden, dass es beim ersten Anblick schwer ist zu bestimmen, welcher unter ihnen der höchste sei.

---

1) Die Höhen mehrerer Punkte, welche auf dem Deckblatte zu dieser Zeichnung eingetragen sind, wurden im allgemeinen in dem Höhenverzeichnisse S. 566 näher motivirt. Nur die Höhe einiger Bergspitzen, welche schon ausserhalb des Kaisergebirges liegen, sind in dieser Liste nicht mehr enthalten. Der Heuberg 4274 P. F., der Hochriss 4772 P. F. und der Spitzstein 4883 P. F. nach dem k. k. General-Stab sind aus Lamont's Verzeichniss u. s. w. Die Höhe des Rabenecks 3679 P. F. ist entnommen aus den Vegetationsverhältnissen Südbayerns von O. Sendtner. 1854.

Es verdient hervorgehoben zu werden, dass ähnliche Erscheinungen in den hohen Kalk- und Dolomitketten der nördlichen Alpen überhaupt ziemlich häufig sind. Als schöne Beispiele können angeführt werden die verschiedenen kleinen Gipfel, welche sich mit einer relativen Höhe von 100′ bis 300′ über dem obersten Kamm der Zugspitze erheben[1], ferner die verschiedenen Gipfel und steilen Einzahnungen des langen Wettersteinzuges bei Partenkirchen und des ihm gegenüberstehenden Kahrwendelgebirges bei Mittenwald[2].

Fig. 1 der Taf. XX enthält die Ansicht des Wesberges, der Achsel und der Treffauerspitze; der Standpunkt ist bei den „Bauernhöfen am Hinterkaiser"; es zeigt demnach hier das Gebirge seinen nordwestlichen Abfall gegen das Innere der grossen Mulde. Diese Seite des Gebirges zeichnet sich durch ungemein schroffe und zerrissene Formen aus. Die mächtige fortdauernde Wirkung der Verwitterung auf die kahlen Felsmassen kann man hier vielfach beobachten. Die Stellen, an welchen erst in neuerer Zeit eine Lostrennung grösserer Gesteinmassen statt gefunden hat, sind durch ihre hellere röthliche Farbe schon aus der Ferne erkennbar. Einige der auffallendsten Punkte wurden auf dem Deckblatte durch F, F, F (= Felsstürze) näher bezeichnet. Durch diese wiederholten Lostrennungen sind an mehreren Stellen ausgedehnte Schutthalden entstanden, welche mit einer sehr regelmässigen Neigung von 30 bis 35° den Fuss des Gebirges umgeben.

Der niedrigere Berg, welcher der Masse des Kaisergebirges vorliegt, ist der Gemsberg. Seine sanfteren bewaldeten Abdachungen tragen wesentlich dazu bei, den eigenthümlichen Charakter des kahlen und schroffen Hochgebirges noch mehr hervorzuheben.

Von dieser Seite kann man die höheren Gipfel desselben wegen ihres steilen Abfalles nicht erreichen, sondern nur von Süden aus.

Ich erlaube mir, hier einige Bemerkungen über den Weg beizufügen, welchen wir einschlugen, um auf die höchste Spitze des Treffauerkaisers zu gelangen.

Der beste Ausgangspunkt schien mir Bärenstadt, eine Capelle mit einem einzelstehenden Hause. Wir verliessen diesen Ort am 8. September Morgens 6 Uhr[3] und gingen über die Schliesslingerhöfe nach der Kaiseralpe. Von hier aus verfolgt man bis über die Buchengrenze hinaus den tief eingeschnittenen Wegscheidgraben. Der Weg wendet sich hierauf etwas weiter nach Osten und führt über mehrere, steil abfallende Felsenterrassen, „Stufen oder Stiegen" genannt, zu den letzten bewachsenen Abhängen des Treffauerkaisers, welche als Schafweiden benützt werden.

---

1) Vergl. die Bemerkungen über die Neigungsverhältnisse dieser kleinen Gipfel Cap. II. S. 141.

2) Die angeführten Kämme der Zugspitze, des Wettersteins und des Kahrwendelgebirges bestehen aus dem festen Oberen Alpenkalk.

3) Ich war begleitet von meinem Bruder Emil Schlagintweit und dem Führer Mathias Örger aus Neuberg bei Kufstein.

Unterhalb „der Stiegen“ verliess ich den gewöhnlichen Weg, um eine westlich gelegene etwas grössere Schnee- und Firnmasse zu untersuchen, welche hier „Kees“[1] genannt wird. Sie besteht zum grössten Theile aus losen Firnkörnern; nur da wo sie auf dem Boden selbst aufliegt, finden sich kleine Lagen festeren Eises. Auch zeigte sie weder Spalten noch die übrigen für kleine secundäre Gletscher charakteristischen Eigenschaften.

Von den letzten kleinern Weideplätzen gelangt man sehr bald auf den Kamm des Gebirges, der unmittelbar gegen die Spitze führt; um 11^h $30'$ a. m. erreichten wir den höchsten Punkt der Treffauerspitze, nachdem wir $\frac{3}{4}$ Stunden dem Kamme gefolgt waren; dieser Kamm ist ziemlich schmal und zuweilen nur 2 bis 4 F. breit. Das Barometer stand hier (Höhe 7244,3 Par. Fuss) um 12^h auf 570,6 M. M. Das Thermometer zeigte bei schwachen Nordostwind + 2,1 ° C.

Die dichten Nebel, welche uns auf den höheren Punkten grösstentheils umgaben, gestatteten uns nur von Zeit zu Zeit einzelne Bruchstücke der umfassenden und belehrenden Aussicht auf die umgebenden Alpenzüge näher zu betrachten. Es fiel vor allem in die Augen der lange, beschneite und beeiste Zug der Tauern mit der breiten Masse des Venedigers und der steilen Pyramide des Grossglockners. Einen schönen Gegensatz zu diesen Gipfeln der Hochalpen bildeten die näher gelegenen Bergrücken mit ihren dunkeln Tannenwäldern, grünen Weideplätzen und zahlreichen Alpenhütten, während gegen Norden zuweilen zwischen den Wolkenmassen einzelne Streifen der weiten bayerischen Hochebene am Fusse des Gebirges sich erkennen liessen.

Die folgenden geologischen Formationen treten am Kaisergebirge und seinen Umgebungen auf:

1. Der Thonschiefer, mit einzelnen kleinen Kalkeinlagerungen; aus diesem besteht die breite Masse der Hohen Salve, südlich vom Kaisergebirge. Diese Schichten müssen wohl der Uebergangsformation zugerechnet werden, obgleich es mir an der Hohen Salve nirgends möglich war, Versteinerungen darin aufzufinden. Der Zug von Thonschiefer und Grauwacke steht in östlicher Richtung in Verbindung mit dem änlichen Gesteine von Dienten und Werfen, in welchen unzweifelhafte Petrefakte der Uebergangsformation, speciell des silurischen Systems aufgefunden wurden[2].

2. Ueber dem Thonschiefer folgen hier im Norden ganz allgemein rothe

1) Es ist dies in Salzburg und dem östlichen Tirol die gewöhnliche Bezeichnung für kleinere und grössere Gletscher.

2) Vergl. MURCHISON. On the geological structure of the Alps u. s. w. in Quarterly Journal of the geol. society of London. Vol. V. p. 192; und F. von HAUER: Ueber die Gliederung der geschichteteten Gebirgsbildungen in den östlichen Alpen und den Karpathen. Ber. der Wiener Acad. Febr. 1850.

Sandsteine; sie sind sehr feinkörnig, reich an Glimmer und brausen nicht mit Säuren; zuweilen schliessen sie kleine Lagen einer rothen sehr thonigen Gesteinmasse ein.

Diese in den östlichen Alpen weit verbreiteten Sandsteine werden jetzt nach ihren Lagerungsverhältnissen und nach den Versteinerungen, welche sie an einigen Punkten enthalten, wohl am passendsten als die untere Abtheilung der Triasformation, nämlich als bunter Sandstein betrachtet. Die rothen Sandsteine umziehen den ganzen südlichen Fuss des Kaisergebirges und bilden mit nördlichem Einfallen die Unterlage desselben.

3. Unterer Alpenkalk, Muschelkalk. Es sind dieses compacte, grossentheils dolomitische Kalksteine von grauer Färbung, in mächtige Bänke abgesondert, nicht selten mit undeutlicher Schichtung; aus ihnen besteht der grösste Theil des Kaisergebirges. Obwohl die weitverbreiteten Massen des dolomitischen Alpenkalkes in den Alpen von Tirol und Bayern bis jetzt immer leer an Petrefacten waren, so lässt sich doch aus den Lagerungsverhältnissen an verschiedenen Punkten erkennen, dass ihre Bildungszeit wohl der Periode des Muschelkalkes angehören dürfte. Gerade am Kaisergebirge sieht man sehr schön, dass der Untere Alpenkalk unmittelbar über den Schichten des rothen Sandsteins liegt, während er weiter nach aufwärts von den mergeligen, petrefactenreichen Kalksteinen der folgenden Formation bedeckt wird.

Der hohe südliche Kamm des Gebirges am Scheffauerkaiser, an der Achsel u. s. w. wird in seiner ganzen Ausdehnung von dem Unteren Alpenkalke gebildet, ebenso die nördliche Kette am Hinterkaiser, so dass man leicht zu der Ansicht geführt würde, das ganze Kaisergebirge und die dazwischen liegende Mulde beständen nur aus dieser Formation; auch ist in der That auf der schönen und lehrreichen geognostischen Karte Tirols, welche man den erfolgreichen Bemühungen des geognostisch-montanistischen Vereins verdankt, dieser ganze Theil des Gebirges als Unterer Alpenkalk colorirt. Es gelang mir jedoch bei weiterer Untersuchung im Inneren des Kaisergebirges noch einen zusammenhängenden Zug pretrefactenreicher Mergel aufzufinden, welche deutlich der folgenden Unteren Liasformation angehören.

4. Unterer Lias. Es sind dieses auch in petrographischer Beziehung ganz dieselben Schichten, welche ich früher in Begleitung meines Bruders in dem oberen Loisachthale kennen gelernt hatte. Sie bestehen theils aus dunklen schiefrigen Mergeln, theils aus etwas helleren thonigen Kalksteinen[1]. Diese Formation ist hier sehr schön aufgeschlossen zu beiden Seiten des Gaisbaches, ungefähr $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden oberhalb Neuberg, südöstlich von Kufstein. Sie lässt sich von hier im allgemeinen

1) Bei der Bezeichnung dieser Schichten als Untere Liasformation bin ich der Classification F. von Hauer's gefolgt; andere Geologen z. B. Merian, Escher u. s. w. haben dieselben noch den triassischen Cassianerbildungen angereiht.

in östlicher Richtung am nördlichen Abhange des Moosberges und des Scheffauerkaisers u. s. w. über die Steinbergeralpe und die Puiten hinweg verfolgen. Man durchschneidet sie, wenn man von der Steinbergeralpe zur Scharte oder von der Brentenjochalpe zur Walleralpe geht.

Unter den Versteinerungen, welche ich in diesen Schichten auffand, liessen sich folgende Arten unterscheiden:

Terebratula subrimosa Schafhäutl; Terebratula gregaria Suess; Pholadomya lagenalis Schafhäutl; Gervillia inflata Schafhäutl, in einigen kleinen, schlecht entwickelten Exemplaren; Ammonites, sehr ähnlich A. radians Rein., mit anderen nicht näher bestimmbaren Ammoniten-Fragmenten. An einigen Stellen kamen zahlreiche Bruchstücke von Pecten, Avicula und Nucula vor; sie liessen zwar eine genauere Untersuchung nicht zu, stimmen jedoch ganz mit ähnlichen Formen überein, welche in anderen Localitäten z. B. im oberen Loisachgebiete die Schichten dieser Formation begleiten.

Jüngere Glieder der Jura- und der Kreideformation kann man in dem Kaisergebirge und seinen nächsten Umgebungen nirgends beobachten. Die Tertiärformation jedoch mit den bekannten petrefactenreichen Braunkohlenflötzen von Häring findet sich am westlichen und am nördlichen Fusse des Gebirges in grosser Entwickelung.

Die Diluvialbildungen endlich treten in der Form mächtiger Geröllmassen mit erratischen Geschieben vermischt in dem weiten Innthale, ferner in den Umgebungen des Walchsee's im Norden und in dem Thale von Söll und Elmau im Süden des Kaisergebirges sehr ausgedehnt auf.

Für eine nähere Betrachtung der Schichtenstellung und der Hebungsverhältnisse ist besonders hervorzuheben, dass auf dem ganzen südlichen Kamme des Kaisergebirges, sowohl in dem rothen Sandsteine, als in dem darüber liegenden Dolomite des Unteren Alpenkalks, im allgemeinen ziemlich steiles Nordfallen herrscht, mit Abweichungen, welche bald gegen N.N.W., bald gegen N.N.O. gerichtet zu sein scheinen. Ueber dem Unteren Alpenkalk folgen sodann mit gleicher nördlicher Fallrichtung die dunkeln mergeligen Schichten des Unteren Lias. Ich beobachtete z. B. in den verschiedenen Theilen des Gaisbaches eine Neigung von 45° bis 55° nach N.N.W. und N.

Verfolgt man von hier die Profillinie weiter in nördlicher Richtung, so trifft man im Kaiserthal und auf der Hinterkaiserkette abermals den Unteren Alpenkalk. Obgleich die Stratification häufig sehr undeutlich ist, so lässt sich doch erkennen, dass im allgemeinen die Schichten nach Süden fallen, nämlich entgegengesetzt jenen am Treffauerkaiser. Es zeigt sich daher im Grossen betrachtet eine muldenförmige Anordnung der Schichtenstellung übereinstimmend mit der schon früher erwähnten allgemeinen orographischen Gestaltung dieser Gebirgsgruppe.

Das Fehlen der Glieder der Juraformation oberhalb des Unteren Lias und der

Kreideformation in dem ganzen Gebiete scheint zu zeigen, dass dieses Gebirge schon sehr frühe, nämlich nach der Ablagerung der Liasschichten über das Niveau der Meere emporgehoben war.

Hypsometrie.

Das Barometer, dessen ich mich bei meinen Beobachtungen bediente, war ein Heberbarometer von A. Greiner in München, mit der Nummer 47. Der Durchmesser der Röhre beträgt 5,5 M. M. Die Scala ist auf einem Glascylinder getheilt, welcher über der Barometerröhre verschoben werden kann. Die Correction beträgt −0,03 M. M.[1], sie hat daher auf die Ablesung, bei welcher nur die Zehntel berücksichtigt wurden, keinen Einfluss. Die Höhen wurden nach der Tafel von Gauss

Barometrische Höhenmessungen

No.	Orte der Beobachtung.	1853. Tag.	1853. Stunde.	Barometer.	Thermometer.
1.	Brentenjoch, östlich vom Kufstein. Die Beobachtungen wurden bei der Alpenhütte zum „Schusterbauern" angestellt.	31. Aug.	4^h 45′ p. m.	664,2	13,6
		31. „	6^h 15′ p. m.	662,8	12,4
		1. Sept.	6^h 30′ p. m.	664,8	12,0
		2. „	7^h 15′ a. m.	661,2	14,0
		2. „	12^h 15′ p. m.	661,9	14,2
		2. „	5^h 30′ p. m.	660,7	12,6
		3. „	9^h 30′ a. m.	660,5	11,1
2.	Buchengrenze. Höchster Standpunkt dieser Bäume am Wege von der Steinbergeralpe zur Scharte.	1. „	2^h 15′ p. m.	647,8	12,0
3.	Duxeralpe, östlich von Kufstein.	31. Aug.	5^h 45′ p. m.	688,8	16,3
4.	Beim Duxerer, obere Quelle am Wege zur Duxeralpe gelegen.	31. „	3^h 15′ p. m.	695,3	17,1
5.	Beim Duxerer, untere Quelle.	31. „	2^h 30′ p. m.	706,3	17,7
6.	Kufstein, Gasthaus z. Post, 3. Stock.	30. „	7^h p. m.	722,8	17,4
		31. „	7^h 45′ a. m.	721,8	16,5
		31. „	1 30′ p. m.	720,3	20,4

1) Vergl. S. 86.

berechnet. Auch wurde für einige höhere Punkte, nämlich für die Scharte und die Treffauerspitze, noch die Correction BESSEL's[1] für die Feuchtigkeit der Luft angebracht.

Als correspondirende Station benützte ich die sorgfältigen Beobachtungen auf der königl. Sternwarte in München, deren Mittheilung ich der Güte des Herrn Directors LAMONT verdanke.

Das Barometer der Sternwarte hängt 37,4 bayrische Fuss oder 33,6 P. F. über dem Pflaster der Frauenkirche; nimmt man die Höhe des letzteren Punktes nach SEYFFER zu 1569 P. F. an, so erhält man für die absolute Höhe des Barometers der Sternwarte in München: 520,6 Meter = 1602,6 P. F.[2]

im Kaisergebirge.

Correspond. Station.			Absolute Höhe.		Resultate früherer Beobachtungen.	
Orte.	Barom.	Therm.	Meter.	Par. Fuss.	Par. Fuss.	
München	717,5	18,1	1175,9	3619,9		
	717,3	17,1	1188,7	3659,3		
	718,3	15,9	1173,9	3613,9		
	715,0	16,1	1182,8	3641,2		
	714,8	19,1	1175,2	3617,7		
	713,5	17,1	1170,9	3604,5		
	714,2	17,4	1180,2	3633,1		
		Mittel	1178	3627		
München	719,2	16,6	1403,1	4319,4		
München	717,9	17,8	873,5	2688,9		
München	718,0	17,8	794,9	2447,0		
München	717,9	18,6	660,0	2031,6		
München	719,3	14,0	479,4	1475,7		
	717,6	13,3	471,1	1450,3		
	717,9	20,1	491,8	1513,9		
		Mittel	481	1480		

1) BESSEL, Bemerkungen über das barometrische Höhenmessen. SCHUMACHER's astronomische Nachrichten. 1838. S. 329.

2) Ueber die Höhe von München vergl. S. 91.

71

Barometrische Höhenmessungen

No.	Orte der Beobachtung.	1853. Tag.	Stunde.	Barometer	Thermometer.
7.	Kufstein, Niveau des Inns, bei der Brücke[1].	31. „	8^h a. m.	722,6	16,5
8.	Mitterpuit; obere Grenze der Alpenweiden, am Fusse der steileren Wände, welche den nördlichen Abfall des Treffauerkaisers und der Scharte bilden.	1. Sept.	1^h 30' p. m.	630,9	11,4
9.	Rosenheim; Gasthaus zum Bernloner im ersten Stock.	30. Aug.	7^h a m.	729,0	14,5
10.	Scharte des Scheffauerkaisers; sie bildet eine tiefe Einzahnung im Kamme. Man gelangt auf die Scharte von der Steinbergeralpe aus.	1. Sept.	11^h a. m.	615,2	8,9
		1. „	12^h	615,3	9.5
11.	Steinbergeralpe; die Beobachtungen wurden bei der Alpenhütte zum „Baumeyer“ angestellt.	31. Aug.	7^h 30' p. m.	656,1	9,8
		1. Sept.	6^h 30' a. m.	656,7	9,3
		1. „	8^h 30' a. m.	656,6	12,0
		1. „	5^h p. m.	657,8	13,7
12.	Treffauerspitze; höchster Punkt des Kaisergebirges[2].	8. „	12^h	570,6	2,1

1) Die Vergleichung der Ablesung am Innufer um 8^h a. m. mit jener im Gasthause um 7^h 45' a. m., Höhenunterschied von dem Mittel meiner 3 Beobachtungen im Gasthause ab, so erhält man für das mungen des Innufers von LIPOLD und LAMONT findet man als die wahrscheinlichste Höhe 1455 P. F.

2) Die Feuchtigkeit war in München 57, auf der Treffauerspitze 100, Mittel 79; daraus erhält 7133 P. F. nach BAUMGARTNER (= 7320,3 Wien. F.). Diese Bestimmung bezieht sich auf das trigonome könnte sich vielleicht ebenfalls auf dieses trigonometrische Signal beziehen.

im Kaisergebirge.

Correspond. Station. München.	Barom.	Therm.	Absolute Höhe. Meter.	Par. Fuss.	Resultate früherer Beobachtungen. Par. Fuss.	
München	717,4	13,8	458,1	1410,2*	1455	Lipold und Geogn. Karte.
					1470	Lamont.
	Mittel meiner Beobachtungen		468	1440		* Da das Barometer nicht ganz im Niveau des Inns aufgehängt werden konnte, so ist hier eine Correction von −4 P. F. nöthig; dieselbe ist bei dem Resultate bereits angebracht.
	Allgem. Mittel		473	1455		
München	719,4	15,8	1625,7	5004,6		
München	721,4	11,5	432,6	1331,8	1347	Bonne und Brousseau bei Lamont; Boden am dicken Thurm.
					1356	Lamont; Marktplatz an der Kirche.
					1377	Sendtner; Pflaster vor der ehemaligen Post.
					1315	Weiss bei Lamont; Innbrücke.
					1346	Lamont, Innbrücke.
					1355	Sendtner, Niveau des Inns.
München	718,9	16,3	1833,3	5644,0		Feuchtigkeitscorrection für die erste Ablesung 19,5 Par. Fuss; für die zweite Ablesung 21,6 P. F.; dieselbe ist bei den Resultaten bereits angebracht.
	719,3	16,8	1839,8	5663,9		
		Mittel	1837	5654		
München	717,5	14,5	1269,4	3907,7		
	718,0	14,5	1266,7	3899,5		
	718,4	15,0	1277,8	3933,6		
	718,6	18,0	1271,3	3913,6		
		Mittel	1271	3914		
München	711,8	14,9	2353,2	7244,3[2]	7202 7246	Lamont; höchster Punkt des Kaisergebirges.

ergiebt für diese beiden Punkte einen Höhenunterschied von 40 P. Fuss. Zieht man diesen gefundenen Niveau des Inns 1440 Par. Fuss. Aus der Vergleichung dieses Resultates mit den früheren Bestim-

man eine Correction von +22,1 P. F., welche in der oben mitgetheilten Höhe bereits angebracht ist. — trische Signal, welches etwas tiefer steht. — 7194 P. F. nach Bonne und Brousseau bei Lamont;

Um ein allgemeines Bild der wichtigsten hypsometrischen Verhältnisse[1] des Kaisergebirges und seiner nächsten Umgebungen zu erhalten, habe ich versucht, die mir bekannten Höhenbestimmungen zusammenzustellen. Es sind in der folgenden Liste die Höhen mehrerer Quellen und Pflanzengrenzen nicht aufgenommen, da ich auf dieselben später (S. 568 u. 570) noch specieller zurückkommen werde. Ich muss hier zugleich bemerken, dass die dort mitgetheilten Höhen von Quellen und Pflanzengrenzen theils durch direkte barometrische Beobachtungen, theils durch die Ablesungen eines sehr sorgfältig gearbeiteten Aneroidbarometers von HOHNBAUM in Hannover gefunden wurden. Da der Gang dieses Aneroidbarometers von meinem Bruder wiederholt untersucht und auf früheren Reisen mit jenem des Quecksilberbarometers sorgfältig verglichen war[2], so dürften die mittleren Höhen, welche ich stets aus mehreren Ablesungen des Instrumentes ableitete, eine hier ganz hinreichende Genauigkeit gewähren.

Die Resultate früherer Messungen, welche ich zu meiner Uebersicht benützen konnte, sind in den folgenden Arbeiten enthalten; die Wiener Fuss, in welchen die meisten Originalbeobachtungen mitgetheilt sind, wurden auf Pariser Fuss reducirt.

v. BAUMGARTNER, Trigonometrisch bestimmte Höhen von Oesterreich, Steiermark, Tirol u. s. w., aus den Protokollen der Generaldirektion der k. k. Katastral-Landesvermessung. Wien 1832.

Geognostische Karte Tirols, aufgenommen und herausgegeben auf Kosten des geognostisch-montanistischen Vereins von Tirol und Vorarlberg 1849.

Resultate aus KREIL's Bereisungen des österreichischen Kaiserstaates in kurzer, übersichtlicher Darstellung von C. KOŘISTKA. Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1850. 1 Heft.

LAMONT, Verzeichniss der vorzüglichsten, im Königreiche Bayern gemessenen Höhenpunkte. München 1851.

LIPOLD, Uebersicht der geognostischen Verhältnisse vom östlichen Theile des Kreises Unter-Innthal; in den Berichten der 5ten Generalversammlung des geognostisch-montanistischen Vereines für Tirol und Vorarlberg und im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1851. 1 Heft.

Eine ausführliche und genaue Zusammenstellung der bisher gemachten Höhenmessungen in Tirol von ADOLPH SENDTNER findet sich im Jahrbuch der k. k. geologischen Reichsanstalt 1851. 1 Heft Seite 59.

SENDTNER, Höhenbestimmungen aus den „Vegetationsverhältnissen Südbayerns 1854". Die Höhe des Pflasters der Frauenkirche ist bei diesen Beobachtungen

---

1) Im Herabwege von der Treffauerspitze wurde durch einen heftigen Stoss gegen einen Stein die Glasscala meines Barometers zerbrochen, so dass es mir leider nicht möglich war, meinen Beobachtungen später noch jene Ausdehnung zu geben, welche ich ursprünglich beabsichtigt hatte.

2) Vergl. Cap. XII.

nach DELCROS zu 1597 P. Fuss angenommen, also 28' höher, als bei LAMONT und bei meinen Beobachtungen.

Uebersicht der wichtigsten Höhenverhältnisse.

A. Gipfel.

	Par. Fuss.	
Ebersberg, südlich vom Walchsee.	3507	Geognost. Karte.
Habberg oder Haberberg, nördlicher Ausläufer des Hinterkaisers.	4866	LIPOLD.
Hinterkaiser-Spitze, auch kleiner Kaiser genannt.	6143	LAMONT.
Hohe Salve; Capelle daselbst.	5602	BAUMGARTNER.
Kogelberg, südwestlich vom Walchsee.	4834	Geognost. Karte.
Naunspitze am Hinterkaiser, nordöstlich von Kufstein.	5051	Geognost. Karte.
Scheffauer-Spitze nordöstlich von Scheffau; es ist dieses der Höhe nach die zweite Spitze des Kaisergebirges.	7141	Geognost. Karte.
Scheibenbüchelberg od. Schiebenbüchelberg, östlicher Ausläufer des Hinterkaiserkammes, gegen den Kohlbach.	4663	Geognost. Karte.
Stadtberg, unmittelbar östlich von Kufstein.	3802	Geognost. Karte.
Treffauer-Spitze nördlich von Elmau; höchster Punkt des Kaisergebirges.	7244	SCHLAGINTWEIT. Andere Bestimmungen dieses Gipfels sind 7202 und 7246 LAMONT. 7133 BAUMGARTNER. Diese Bestimmung bezieht sich auf das trigonometrische Signal, welches etwas niedriger steht. 7194 BONNE und BROUSSEAU bei LAMONT, könnte sich vielleicht ebenfalls auf dieses trigonometrische Signal beziehen.

B. Pässe.

Brentenjoch, östlich von Kufstein.	3627	SCHLAGINTWEIT. Mittel aus 7 Beobachtungen.
Scharte des Scheffauerkaisers, Einzahnung im Kamme. Es kann die Scharte jedoch nicht als ein Pass im eigentlichen Sinne des Wortes betrachtet werden, da man nur von der nördlichen Seite aus auf dieselbe gelangt.	5654	SCHLAGINTWEIT.
Stripsenjoch; Pass, welcher in nordöstlicher Richtung aus dem Kaiserthal in das Ebersauerthal führt.	4911	Geognost. Karte.

C. Bewohnte Orte, Alpenhütten u. s. w.

	Par. Fuss.	
Bärenbadalpe am Hinterkaiser	2558	Geognost. Karte.
Brentenjochalpe am Brentenjoch; die Ablesungen wurden an der Alpenhütte zum Schusterbauern gemacht.	3627	SCHLAGINTWEIT.
Durchholzen, Dorf am nördlichen Fusse des Hinterkaisers.	1956	Geognost. Karte.
Duxeralpe, östlich von Kufstein.	2689	SCHLAGINTWEIT.
Elmau, am südlichen Fusse des Kaisergebirges; Flur des Posthauses.	2290	KREIL.
Habersaualpe am Kohlbach.	2550	LIPOLD.
Hintersteinersee am südlichen Fusse des Moosberges gelegen, Niveau des Sees.	2826	Geognost. Karte.
Koglalpe am Koglberg, westlich vom Kohlthal.	4843	Geognost. Karte.
Kohlalpe im Kohlthale.	3584	LIPOLD.
Kufstein, Niveau des Inn's.	1455	Mittel aus den Beobachtungen von LAMONT, LIPOLD und SCHLAGINTWEIT.
Kiefersfelden; Grenze zwischen Bayern und Tirol am linken Innufer.	1446	SENDTNER.
Kiefersfelden, Ufer des Inn's.	1431	SENDTNER.
Mündung des Gaisbaches in den Inn; oberhalb Kufstein.	1461	LIPOLD.
Neuberg, Bauernhof; südöstlich von Kufstein.	2065	LIPOLD.
Mitterpuit, obere Grenze der Alpenweiden.	5005	SCHLAGINTWEIT.
Oed-Kapelle, südlich vom Walchsee.	2771	Geognost. Karte.
Scheffau; Dorf am südlichen Abhange des Kaisergebirges.	2237	Geognost. Karte.
Söll; am nördlichen Fusse der Hohen Salve; Flur des Posthauses.	1974	KREIL. Eine andere Bestimmung von Söll zu 2007′ ist auf der Geognostischen Karte eingetragen.
Steinbergeralpe am nördlichen Abhange des Moosberges*). Die Beobachtungen wurden auf der Alpenhütte zum Baumeyer angestellt.	3914	SCHLAGINTWEIT. Mittel aus 4 Beobachtungen.
Walchsee am nördlichen Fusse des Hinterkaisers.	1955	Geognost. Karte.
Wegscheidalpe nördlich von Elmau.	2997	LIPOLD.
Wochenbrunnengraben nördlich von Elmau, bei der Holzklause.	2684	LIPOLD.

*) Es ist dieses die grösste Alpe, welche sich am Kaisergebirge befindet; sie besteht aus 22 einzelnen Hütten.

Bemerkungen über die Temperatur der Luft und der Quellen.

In der folgenden Tabelle sind die Lufttemperaturen mitgetheilt, welche ich auf verschiedenen höheren Punkten des Kaisergebirges zu beobachten Gelegenheit hatte. Es wurden denselben zur Vergleichung die gleichzeitigen Beobachtungen in München, Innsbruck und Kufstein hinzugefügt; die Beobachtungen in Kufstein wurden auf meine Bitte mit grosser Sorgfalt von Herrn Verwalter W. Boch angestellt, wofür ich ihm hiemit meinen verbindlichsten Dank ausspreche.

Die niedere Temperatur auf der Treffauer Spitze war wohl theilweise davon bedingt, dass dieser Punkt während der Beobachtung mit geringen Unterbrechungen von ziemlich dichten Nebelmassen umgeben war.

Beobachtungen über die Lufttemperatur.

Orte der Beobachtung.	Höhe P. F.	1853.	Stunde.	Temperatur. Cels.	Gleichzeitige Temperatur in Innsbruck 1795′	Gleichzeitige Temperatur in München. 1603′	Gleichzeitige Temperatur in Kufstein. 1455′	Witterungsverhältnisse.
Treffauer-spitze.	7244	8. Sept.	12h	2,1	14,3	14,9	18,0	Starker Nebel auf der Spitze; in der Ebene fast allgemein bewölkt.
Scharte des Scheffauerkaisers.	5654	1. „	11h a. m.	8,9	18,9	16,3	22,0	Vorüberstreichende Nebel auf der Scharte; in der Ebene umwölkt.
Scharte des Scheffauerkaisers.	5654	1. „	12h	9,5	19,8	16,8	22,9	Vorüberstreichende Nebel auf der Scharte; in der Ebene umwölkt.
Hohe Salve; Gipfel.	5602	12. „	6h 30 p. m.	5,9	16,4	15,6	19,8	Reiner, fast wolkenloser Himmel.
Hohe Salve; Gipfel.	5602	13. „	7h a. m.	7,9	10,3	8,0	16,2	Reiner, wolkenloser Himmel auf der Hohen Salve; in München neblig.
Letzte Quelle am Treffauerkaiser.	5520	8. „	9h 15 a. m.	5,2	12,9	13,6	17,8	Vorüberstreichende Nebel; in der Ebene fast allgemein bewölkt.

Die Nullpunkte der Thermometer, welche ich zur Bestimmung der Temperatur der Quellen, ebenso wie zu jener der Luft benützte, wurden vor und nach der Reise untersucht. Die Correctionen, die während der Beobachtungen sich nicht geändert hatten, sind bei den mitgetheilten Zahlen bereits angebracht.

Ich habe mich bestrebt durch Wiederholung der Ablesungen und sorgfältige

Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln, eine möglichst richtige Temperatur des Quellwassers, frei von äusseren Einflüssen zu erhalten. Ueber die Art der Höhenbestimmungen für die verschiedenen Quellen vergl. die Bemerkungen Seite 564.

Bestimmungen von Quellentemperaturen.

Nr.	Bezeichnung der Quellen.	Höhe. Par. Fuss.	1853.	Temperat. Cels.
1.	Untere Quelle „beim Duxerer", eine schöne, ziemlich starke Quelle zwischen Felsen hervorkommend. Exp. N.W.	2032	31. Aug.	8,3
2.	Obere Quelle „beim Duxerer", eine schwache, aus Felsen und Gerölle hervorsickernde Quelle. Exp. N.W.	2447	31. „	8,4
3.	Mehrere Quellen auf der rechten Seite des Bärenbaches, etwas vor der Bärenbaderalpe. Die Quellen befinden sich in einer ziemlich engen, sehr beschatteten Schlucht.	2520	10. Sept.	7,1
4.	Mehrere starke Quellen auf der nördlichen Seite des Hintersteinersees, am Fusse des Moosberges entspringend. Sie befinden sich, ebenso wie Nr. 5 in einem der Besonnung nicht sehr zugänglichen Thalkessel.	2835	7. „ 9. „	6,2
5.	Ziemlich schwache Quelle auf der südlichen Seite des Hintersteinersees.	2840	9. „	6,4
6.	Quelle im Grünen Graben, auf der nördlichen Abdachung des Moosberges gegen den Gaisbach. Diese Quelle befindet sich neben dem Wege, welcher vom Brentenjoch zur Walleralpe führt.	3480	3. „	6,0
7.	Quelle an der Hohen Salve, aus einem berasten, schwach gegen Norden geneigten Abhange entspringend, welcher der freien Besonnung ausgesetzt ist. Der Boden besteht aus dunkelm Thonschiefer.	5300	12. „	5,0
8.	Schöne Quelle, am Wege von der Bärnstadt zur Treffauer-Spitze, aus Dolomitfelsen entspringend. Sie befindet sich etwas unterhalb der „Stiegen" Exp. S.O.	5520	8. „	4,2

Obgleich man allgemeine Werthe für die Abnahme der Temperatur mit der Höhe nur aus der Vergleichung zahlreicherer Quellen erhalten kann, welche sich zugleich in sehr verschiedenen Höhen und Expositionen eines Gebirges befinden, so schien es mir doch nicht ohne Interesse, um die Temperaturabnahme in speciel-

len Fällen zu veranschaulichen, die Quellen, welche ich in dem Kaisergebirge zu beobachten Gelegenheit fand, unter sich zu vergleichen. Die daraus hervorgehenden Temperaturabnahmen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Abnahme der Quellentemperatur mit der Höhe.

Verglichene Punkte.	Erhebung für 1° C. Abnahme.
Abhang der Treffauerspitze und Mittel aus den beiden Duxererquellen (Nr. 1 und 2).	790 Par. Fuss.
5520′ 4,2° 2240′ 8,35°	
Abhang der Treffauerspitze und Quellen am Bärenbach	1034 " "
2520′ 7,1°	
Abhang der Treffauerspitze und Mittel aus dem Hintersteinersee (Nr. 4 und 5).	1277 " "
2838′ 6,3°	
Abhang der Treffauerspitze und Grüner Graben.	1133 " "
3480′ 6,0°	
Hohe Salve und Mittel aus den beiden Duxererquellen.	910 " "
5300′ 5,0°	
Hohe Salve und Quellen am Bärenbach.	1324 " "
Hohe Salve und Mittel aus dem Hintersteinersee.	1894 " "
Hohe Salve und Grüner Graben.	1820 " "
Grüner Graben und Mittel aus den Duxererquellen.	515 } 680 P. F.
Grüner Graben und Quellen am Bärenbach.	845 }

Die Abnahme der Temperatur, welche man bei Vergleichung der Quellen Nr. 8 am Treffauerkaiser und Nr. 7 auf der Hohen Salve mit den tieferen Quellen erhält, ist im allgemeinen sehr langsam. Es erklärt sich dieses dadurch, dass diese beiden Quellen in einer der Besonnung zugänglichen Lage sich befinden und daher wärmer sind, als das Mittel der Quellentemperatur für diese Höhen. Ueberdiess befinden sich die Mehrzahl der tieferen Quellen (Nr. 3, 4, 5, 6) in beschatteten Lagen, sie sind etwas zu kalt.

Es können daher, um einigermassen einen richtigen Ausdruck für die mittlere Abnahme der Temperatur zu erhalten, eigentlich nur die beiden Duxererquellen mit jenen auf der Hohen Salve und auf dem Abhange der Treffauerspitze verglichen werden. Selbst hier ist wegen der Wärme der beiden oberen Quellen die Temperaturabnahme noch etwas langsamer, als das Mittel für die Alpen im allgemeinen, welches nach der Vergleichung zahlreicher Quellen in sehr verschiedenen Theilen der Alpen 700—730′ beträgt.

Die Vergleichung von Quellen, deren Höhe nur geringe Unterschiede zeigt, während sie sich zugleich in ganz abweichenden Expositionen befinden, kann natürlich für die allgemeine Betrachtung der Temperaturabnahme von keinem Interesse sein. Ich unterliess deshalb in der obigen Tabelle die Vergleichung der in nördlichen La-

gen befindlichen Quellen No. 3, 4 und 5 mit jenen von No. 1 und 2, da die Höhendifferenzen hier nur einige hundert Fuss betragen.

Die am Schlusse der Tabelle beigefügte Vergleichung der Quelle im Grünen Graben bei 3480′ mit jenen vom Duxerer und im Bärenbache ergiebt, im ersteren Falle wegen der kälteren nördlichen Lage der oberen Quelle eine sehr rasche Temperaturabnahme; das Mittel beider Vergleichungen (680′) nähert sich hingegen so ziemlich der für die Alpen im allgemeinen gefundenen Zahl.

Pflanzengeographische Beobachtungen.

Ich werde hier versuchen, zuerst eine kurze Uebersicht einiger der wichtigsten Vegetationsgrenzen in dem Kaisergebirge zu geben, und hierauf eine Zusammenstellung jener Pflanzen folgen lassen, welche ich im Stande war, an einigen der höher gelegenen Punkten dieses Gebirges aufzufinden. Bei der Einsammlung wurde alle Sorgfalt darauf verwendet, die Pflanzen der verschiedenen Localitäten getrennt zu erhalten; bei der Bestimmung derselben erfreute ich mich der gütigen Beihülfe von Herrn Dr. O. Sendtner, dem ich hiermit meinen verbindlichsten Dank wiederhole.

Obere Grenze einiger der wichtigsten Pflanzen.

	Höhe Par. Fuss.
Zea Mays L.; letzte Felder am Wege zur Duxeralpe.	2400
Mittlere Grenze des Ackerbaues.	2600 bis 2900
Fagus sylvatica L.; zwischen der Steinbergeralpe und der Scharte; in nordwestlicher Lage.	4319
Pinus Abies L.; obere Grenze auf der nördlichen Abdachung des Wesberges und des Scheffauerkaisers.	5000 bis 5100
Pinus Abies L. und Pinus Larix L; Mittel für die Abdachung des Kaisergebirges gegen Elmau und Scheffau, in südlichen, südöstlichen und südwestlichen Lagen.	5400 bis 5500
Strauchregion, obere Grenze; sie ist vorzugsweise durch Pinus Pumilio Haenke gebildet; Mittel auf der südlichen und südwestlichen Abdachung der Treffauerspitze, und auf dem westlichen und nördlichen Abfall des Scheffauerkaisers.	6000 bis 6300
Die Höhe der Schneegrenze liegt in der nördlichen Nebenzone der Alpen, nemlich in der nordöstlichen Schweiz, in Bayern und Oesterreich im Mittel bei	8000 bis 8200

Das Kaisergebirge reicht selbst in seinen höchsten Spitzen nicht bis zu Schneegrenze empor.

Das Auftreten von Tieffirnen (Bas névés der französischen Alpentheile) lässt sich jedoch auch hier beobachten. Einzelne kleine Schneemassen, die sich das

ganze Jahr hindurch erhalten, finden sich in schattigen Schluchten, vorzugsweise am Treffauerkaiser schon bei 5800′ und 6400′, also gegen 2000′ unter der Höhe, welche in diesen Alpentheilen der Schneegrenze entsprechen würde[1].

Verzeichniss der Pflanzen auf einigen höheren Punkten des Kaisergebirges.

Auf der Treffauerspitze, 7244 Par. Fuss; auf Dolomitfelsen.

Alsine verna Bartl.
Campanula pusilla Hke.
Calamintha alpina Lam.
Cherleria sedoides L.
Saxifraga Aïzoon Jacq.
Silene acaulis L.

Carex firma Host.
Festuca Halleri All.
Poa alpina L.

Hypnum abietinum L.

Cetraria cucullata Bell.
Cetraria islandica Ach.
Cetraria juniperina L.
Cetraria nivalis L.

Auf dem Kamme des Treffauerkaisers, zwischen 7200 und 7000 P. F.; auf Dolomit.

Campanula pusilla Hke.
Cherleria sedoides L.
Galium sylvestre Pollich.
Gentiana germanica Willd.
Petrocallis pyrenaica Brown.
Saxifraga Aïzoon Jacq.
Sedum atratum L.
Silene acaulis L.
Carex firma Host.
Festuca Halleri All.
Festuca pumila Vill.

---

1) Als einer der tiefsten Punkte ähnlicher Firnansammlungen kann die Eiskapelle am Königsee genannt werden. Sie liegt nur wenig höher als der Spiegel des Königsees, 2075 P. F.

Vom Kamme des Treffauerkaisers bis zur obersten Quelle, zwischen 7000 und 5520 P. F.; auf Dolomit in südlicher und südwestlicher Exposition.

Achillea atrata L.
Alchemilla alpina L.
Calamintha alpina Lam.
Campanula pusilla Hke.
Campanula Scheuchzeri Vill.
Crepis Jacquini Tausch.
Erigeron alpinus L.
Euphrasia officinalis L.
Gentiana germanica Willd.
Helianthemum vulgare Gaertn.
Hutchinsia alpina R. Br.
Linaria alpina Mill.
Pinus Pumilio Hke.
Rhododendron hirsutum L.
Saxifraga aïzoides L.
Saxifraga caesia L.
Thymus serpyllum L.

Carex firma Host.
Poa alpina L.

Asplenium viride Huds.
Cetraria nivalis L.

Auf der Scharte, einer Einzahnung in dem Kamme des Scheffauerkaisers; bei 5654 P. F.; auf Dolomit.

Achillea atrata L.
Athamanta cretensis L.
Campanula alpina Jacq.
Campanula Scheuchzeri Vill.
Helianthemum oelandicum Wahl.
Homogyne alpina Cassin.
Panassia palustris L.
Pinus Pumilio Hke.
Rhododendron Chamaecistus L.
Rhododendron hirsutum L.
Vaccinium Vitis ideae L.

Poa alpina.

Trichostomum flexicaule Bruch. u. Sch.

Hypnum triquetrum L.

Von der Scharte bis zum Beginn der Alpenweiden von Mitterpuit, zwischen 5654 und 5000 P. F.; theils auf Dolomit, theils auf Kalkmergeln, in nördlicher Exposition.

Achillea atrata L.
Adenostyles albifrons Reichb.
Campanula Scheuchzeri Vill.
Carduus defloratus L.
Knautia sylvatica Dub.
Parnassia palustris L.
Phyteuma orbiculare L.
Pinus Pumilio Hke.
Ranunculus lanuginosus L.
Silene acaulis L.
Solidago Virga aurea L.
Vaccinium Myrtillus L.

Barbula tortuosa Vill.
Mastigobryum deflexum N. ab E.

Asplenium viride Huds.
Biatora vernalis Fries.
Cladonia rangiferina Hoffm.
Hypnum Schreberi Willd.
Hypnum splendens Hedw.
Hypnum triquetrum L.

CAP. XVIII.

ERLÄUTERUNGEN ZUR VERGLEICHENDEN DARSTELLUNG DER PHYSICALISCHEN VERHÄLTNISSE DER ALPEN.

VON

ADOLPH SCHLAGINTWEIT UND HERMANN SCHLAGINTWEIT.

INHALT.

Construction des Profils. Mittlere Höhe und Masse der Alpen. Berechnete Höhe für das ganze Alpengebiet. Höhe der Ebenen, welche die Alpen umgeben; westlicher Rand der Alpen, Hochebene der Schweiz, schwäbisch-bayerische Hochebene, Po-Ebene. — Berechnung der mittleren Masse des Monte-Rosa und der Zugspitze. Höchste bewohnte Orte. Meteorologische Verhältnisse. Wärme der Luft. Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten. Barometergang. Winde. Luftelectricität. Ozongehalt. Vegetationsverhältnisse und Pflanzengrenzen. Höhe der wichtigsten Vegetationsgrenzen in verschiedenen Alpengruppen. Periodische Erscheinungen in der Entwickelung der Pflanzen. Höhengrenzen der Thiere.

Auf Tafel XXII des Atlas, zu welcher die folgenden Bemerkungen als Erläuterung dienen, haben wir versucht eine vergleichende Zusammenstellung der verschiedenen physischen Phänomene des Alpengebietes zu entwerfen. Wir fühlen lebhaft die Schwierigkeit, die ein Versuch bietet, einzelne, wenn auch über alle Alpentheile ziemlich gleichmässig vertheilte Beobachtungen zu einem allgemeinen Bilde zu verbinden; es sei uns gestattet, dabei mit dem wärmsten Danke der wichtigen Hülfe zu erwähnen, die wir Herrn Alex. von Humboldt verdanken. Sein Tableau physique[1] des régions équinoxiales, in welchem zuerst in vergleichender Weise die verschiedenen Theile der physischen Geographie zusammengestellt wurden, ein unerreichtes Vorbild, bot uns die wichtigsten Anhaltspunkte für einen ähnlichen Versuch über die Alpen. Ueberdies waren wir so glücklich, noch vielfach der mündlichen Belehrungen Herrn von Humboldt's uns zu erfreuen.

In der vorliegenden graphischen Darstellung des Alpengebietes mussten die Höhen einen weit grösseren Maassstab als die Längen erhalten; dies erlaubte nicht

---

1) Essai sur la géographie des plantes accompagné d'un tableau physique des régions équinoxiales Paris 1807.

nur die Höhenunterschiede der einzelnen Alpentheile besser hervortreten zu lassen, auch die Aenderungen in der Gestalt der verschiedenen Linien zeigen sich dadurch in grösserer Bestimmtheit. Der Maassstab zu beiden Seiten macht es zugleich möglich, die Abweichungen zu beurtheilen und die Grösse derselben abzulesen.

Die Bedeutung der einzelnen Signaturen ist auf der Tafel selbst angegeben. Wir bemerken hier nur, dass durch die muldenförmigen Einbiegungen an den Abhängen die Pässe angedeutet wurden.

Der Durchschnitt geht im Allgemeinen von O.N.O. nach W.S.W. Die Bergketten westlich vom Mont-Blanc, welche in jenem nach Süden gerichteten Theile der Alpen liegen, wurden, um die Drehung anzudeuten, mehr in seitlicher Ansicht dargestellt.

Mittlere Höhe und Masse der Alpen.

Berechnete Höhe für das ganze Alpengebiet.

Die mittlere Höhe des Alpengebietes wurde von A. von Humboldt wiederholt auf das Sorgfältigste bestimmt[1]. Die Resultate seiner Berechnungen sind für das Alpengebiet im Allgemeinen folgende:

Die Alpen haben im Meridian des Como-Sees und von Bassano 30 bis 40 Seemeilen oder 22½ bis 30 geographische Meilen Breite, an anderen Punkten der Bergkette erreicht ihre Breite nur 11 geographische Meilen.

Die Grundfläche des ganzen Alpensystemes bestimmte A. von Humboldt zu

2700 Quadrat-Seemeilen = 1512 geogr. Quadratmeilen;

die mittlere Höhe mit Berücksichtigung der Einschnitte durch die Quer- und Längenthäler 4800 P.F.[2].

Die mittlere Kammhöhe der Alpen, aus 10 Pässen geschlossen, fand derselbe 1843 7068 P.F.; nach einer neuen Bestimmung ergab sich für die Kammhöhe

7200 P.F.

Indem die mittlere Höhe aus 47 gemessenen Alpenpässen zu Grunde gelegt wurde, ergab sich, ganz übereinstimmend mit der früheren Berechnung, 6972′ als Mittel für die Pässe.

Da die Basis der Alpen, das heisst die allgemeine Höhe der Ebenen, auf welchen die Ketten sich erheben, an der mittleren Höhe derselben einen wesentlichen

1) Mémoire sur le rapport des points culminants ou maxima des lignes de faîte des Pyrénées, des Alpes, des Andes et de l'Himalaya à la hauteur moyenne de leur crêtes. Annales des sciences naturelles T. IV 1825 p. 236, 240 et 253 — und Kleinere Schriften. Cotta 1853. Ueber die mittlere Höhe der Continente S. 398–446.

2) Die Alpen würden demnach, auf die Oberfläche von Europa ausgebreitet, eine Erhöhung von 3,5 Toisen, 21 P.F. ergeben.

Antheil hat, versuchten wir, durch Herrn VON HUMBOLDT darauf aufmerksam gemacht, die mittlere Höhe zunächst für diese Ebenen specieller zu berechnen.

Im Folgenden sind die einzelnen Anhaltspunkte für diese Bestimmungen zusammengestellt. Diese Ebenen sind zugleich auf der kleinen Alpenkarte Taf. XVIII durch verschiedene Schraffirung unterschieden.

Höhe der Ebenen, welche die Alpen umgeben.

I. Am niedrigsten und zugleich am wenigsten ausgedehnt sind die Ebenen am westlichen Rande der Cottischen Alpen und der Meeralpen.

Der Rhonespiegel zeigt folgende Abdachungen:

bei Lyon an der Saône	162	M.	499	P.F.
bei der Mündung der Isère	110	„	339	„
bei Valence	106	„	326	„
bei der Brücke von Avignon (provençalische Ebene)	14,5	„	45	„

II. Die Hochebene der Schweiz zwischen den Alpen und dem Jura wird im Nordosten vom Bodensee, im Südwesten vom Genfersee begrenzt. Ihre Länge ist 35 Meilen, die grösste Breite erreicht sie zwischen dem Thunersee und der Ausbiegung der Aar nach Osten (bei der Einmündung der Saane), nahe 8 geogr. Meilen. Ihr Flächeninhalt beträgt gegen 230 Quadratmeilen. Jener Theil derselben, der nördlich von der Reuss liegt, ist etwas mehr als der übrige von kleinen Hügelzügen bedeckt.

Ihr unterer Rand ist durch den Genfersee, den Neufchateler-, den Bielersee und die Aar und den Rhein gebildet. An ihrem oberen Rande sind vorzüglich die Seen zu berücksichtigen, die unmittelbar am Fusse der Alpen liegen.

Als ihre mittlere Höhe kann bei der ziemlich gleichförmigen Abdachung das arithmetische Mittel aus der Höhe des oberen und unteren Randes betrachtet werden. Die Höhenverhältnisse (nach den schweizerisch-eidgenössischen Vermessungen) sind folgende:

Oberer Rand:

Bischoffszell	457	M.	1407	P.F.
Greifensee	439	„	1351	„
Pfäffikonsee	546	„	1681	„
Zürchersee	409	„	1258	„
Zugersee	417	„	1285	„
Vierwaldstättersee	437	„	1345	„
Sarnersee	473	„	1456	„
Brienzersee	564	„	1736	„
Thunersee	556	„	1713	„
Bern (Aar)	512	„	1576	„
Freiburg (Saane)	537	„	1653	„

Unterer Rand[1]:

Bodensee	398 M.	1225 P.F.
Schaffhausen	391 „	1203 „
Rhein bei Waldshut . . .	313 „	963 „
Aarau	366 „	1127 „
Solothurn	431 „	1327 „
Bielersee	434 „	1336 „
Neuenburgersee	435 „	1339 „
Murtensee	435 „	1340 „
La Sarraz[2]	502 „	1545 „
Genfersee	375 „	1154 „

Mittel für den oberen Rand . . . . 486 M. 1496 P.F.
„ „ „ unteren Rand . . . . 408 „ 1256 „
„ „ die ganze Schweizer Hochebene: 448 M. (1376 P.F.) 1380 „

III. Die schwäbisch-bayerische Hochebene, nördlich von den Alpen, zwischen der Jller und der Salzach, erreicht ebenfalls eine sehr grosse Höhe; sie ist zugleich sehr weit nach Norden ausgedehnt. In der Nähe der Alpen kann ihre Höhe zu 1700 bis 1800′ angenommen werden. Es beträgt nämlich ihre Höhe[3]:

bei Kempten	638 M.	1964 P.F.
bei Benediktbeuern	613 „	1886 „
am Kochelsee	601 „	1850 „
am Chiemsee	497 „	1531 „
am Würmsee	578 „	1782 „

Gegen Norden erstreckt sich die Ebene, die mit diluvialem Alpengerölle bedeckt ist, bis an die Donau, welche von Ulm bis Passau im Allgemeinen die nördliche Grenze derselben bildet, (nur von Kehlheim bis nahe gegen Regensburg liegt ihr Thalweg im Jura; von Passau bis Linz durchschneidet sie einen kleinen Theil der granitischen Gesteine des Bayerischen und Böhmer-Waldes).

Die Oberfläche dieser Ebene beträgt etwas über 200 (210 bis 220) Quadratmeilen; zugleich sind hier die quaternären (diluvialen) Kies- und Schuttbildungen weit ausgebreiteter und mächtiger als in der Schweiz.

Die mittlere Höhe ihres nördlichen Randes kann zu 370 M. 1140′ angenommen werden. Es ist nämlich die Höhe

von Ulm, Pflaster	1455′	Der Spiegel der Donau würde hier die Ebene zu niedrig ergeben.
„ Regensburg, Kirche	1153′	
„ Passau, Donau	845′	

1) Die obigen Höhen sind Ziegler's Hypsometrie der Schweiz entnommen.

2) La Sarraz ist ein Dorf auf der Wasserscheide zwischen dem Rhein- und Rhonegebiet. Diese Wasserscheide kann zugleich als der niedrigste Pass der Schweiz betrachtet werden.

3) Nach Lamont's Zusammenstellung der im Königreich Bayern gemessenen Höhenpunkte und nach unseren früheren Höhenbestimmungen.

Um die mittlere Höhe der ganzen Ebene zu beurtheilen, muss man berücksichtigen, dass die Zuflüsse der Donau in der unmittelbaren Nähe der Alpen ein weit stärkeres Gefälle haben als in ihrem weiteren Laufe; das Mittel aus dem oberen Rande (1750′) und aus dem unteren (1140′) würde demnach die Höhe der ganzen Ebene zu gross ergeben; folgende Orte dagegen, die zugleich nahe der Mitte der einzelnen Zuflüsse der Donau liegen, bieten bessere Anhaltspunkte:

Augsburg, Kirche	1518′
Moosburg, Isar	1255′
Mühldorf, Inn	1173′

(etwas tiefe Erosion; die Ebene liegt 100 bis 150′ höher, circa 1300′).

Mittlere Höhe der Ebene 440 M. 1350′

Die schwäbisch-bayerische Hochebene ist demnach im Mittel nur wenig niedriger als die schweizer Hochebene und hat eine 6mal grössere Flächenausdehnung.

Oestlich von der Salzach und vom Inn wird die Ebene zwischen den Alpen und der Donau bald sehr schmal und ihre Höhe beträgt an einigen Stellen über 1000′. Die Höhe von Linz ist 689′, jene von Wien 450′.

Am Ostrande der Alpen schliesst sich unmittelbar an ihren Fuss das ungarische Tiefland an.

Die Po-Ebene, welche die Alpen im Süden begrenzt, erhebt sich, ganz in der Nähe der Alpen, zu 600 bis 800 P.F.

Die Höhe der Ebene ist bei Turin 800′, bei Ivrea, beim Austritte der Dora baltea in die Ebene, 768′.

Die Seen am Rande der Alpen haben, nach dem österreichischen Generalstabe, folgende Höhen:

Lago Maggiore	642 P.F.
„ di Lugano	876 „
„ di Varese	798 „
„ di Como	655 „

Weiter östlich wird auch hier die Höhe der Ebene am Fuss der Alpen niedriger.

Die mittlere Masse versuchten wir auch für die nächsten Umgebungen des Monte-Rosa und der Zugspitze zu berechnen.

Wir benützten dazu die Construction der aequidistanten Horizontalen von 1000 zu 1000′, und an den flacheren Stellen von 500 zu 500′.

Die ursprüngliche Construction der Horizontalen war im Maassstabe von 1:50000 ausgeführt worden; eine kleine Reduction 1 : 200000 ist auf den betreffenden Karten Taf. I und Taf. XIX enthalten. Die verschiedenen Etagen sind unter sich durch eine nach oben dunkler werdende Schraffirung unterschieden; auf der Curvenkarte des Monte-Rosa sind zugleich die mit Schnee- und Gletschermassen bedeckten

Oberflächen um einen Grad heller gehalten, indem nach vollendeter allgemeiner Schraffirung über das schnee- und eisfreie Terrain noch eine gleichmässige Querschraffirung gelegt wurde.

Um die mittlere Höhe zu erhalten, wurde auf folgende Weise verfahren.

Die Horizontalcurven können als die Durchschnittslinien (affleurements) betrachtet werden, welche horizontale Flächen, durch das Terrain gelegt, an der äusseren Oberfläche des Terrains zeigen würden. Da diese Flächen in gleichen Abständen sich folgen, so lässt sich leicht übersehen, dass man, wenn die Oberfläche jeder einzelnen bekannt ist, die mittlere Höhe berechnen kann, d. h. jene Höhe, welche das ganze Terrain annehmen würde, wenn es sich wie eine Flüssigkeit auf derselben Basis und von verticalen Wänden begrenzt an allen Punkten ins Gleichgewicht setzen könnte.

Es war also nöthig, zunächst den quadratischen Inhalt der verschiedenen horizontalen Durchschnittsflächen zu bestimmen.

In dieser Absicht wurde jede der aequidistanten Horizontalen auf ein mit sehr kleinen Quadraten bedecktes Papier (sogenanntes Stickmuster-Papier) übertragen, und dann die Zahl der Quadrate unmittelbar abgezählt. Dieses Verfahren wurde dadurch sehr erleichtert, dass auf dem Papiere selbst bereits je 100 Quadrate durch stärkere Linien zusammengefasst waren. Die absolute Grösse einer Quadratseite war nahe 1,3 Millimeter. Die Monte-Rosa-Karte bedeckte demnach 130220, jene der Zugspitze 94600 Quadrate.

Die Grösse der Basis beträgt für die Curvenkarte

des Monte-Rosa	550,83 □Kilom.	=	10,04 geogr. □Meilen[1],
der Zugspitze und des Wettersteins	400 „	=	7,3 „ „

Setzt man die Basis des Monte-Rosa ebenso wie jene der Zugspitze gleich 10000, indem man im ersten Falle die Zahl der erhaltenen kleinen Quadrate mit 13,022, im letzteren mit 9,46 dividirte, so ergaben sich für die quadratische Oberfläche der horizontalen Durchschnittsflächen die Zahlen, welche in der 2ten und 4ten Spalte als R.O. (relative Grösse der Oberfläche) angegeben sind, in der 3ten und 5ten Spalte ist $\sqrt{R.O.}$, oder die Grösse der Seiten eingetragen, welche den Quadraten entsprechen[2].

---

1) Es wurde dabei der mittlere Meridiangrad nach Bessel = 57013,109 Toisen, die geographische Meile = 3807,23 Toisen gesetzt. Vergl. Humboldt's Cosmos I S. 421.

2) Um die Rechnungen mit diesen Zahlen zu erleichtern, benützten wir 7stellige Logarithmentafeln.

Zur Berechnung der mittleren Höhe.
Relative Grösse der Oberfläche der horizontalen Durchschnittsflächen von 1000 zu 1000 Par. F. Seiten der entsprechenden Quadrate.

Monte-Rosa.			Zugspitze und Wetterstein.		
Höhe.	R. O.	$\sqrt{R.O.}$	Höhe.	R. O.	$\sqrt{R.O.}$
3000	10000	100	2000	10000	100
4000	9907	99,5	3000	8465	92,0
5000	9553	97,9	4000	5178	72,0
6000	8325	91,2	5000	3092	55,6
7000	6785	82,4	6000	1831	42,8
8000	5061	71,1	7000	880	29,7
9000	3302	57,5	8000	264	16,2
10000	1920	43,8	9000	20	4,6
11000	795	28,2			
12000	300	17,3			
13000	38	6,2			
14000	3,2	1,8			

Die mittlere Höhe wurde dann dadurch erhalten, dass in einer zweiten graphischen Darstellung (ebenfalls auf einem mit kleinen Quadraten bedeckten Papiere) die durch die erste Construction erhaltenen Seiten der Quadrate, $\sqrt{R.O.}$ der obigen Tabelle, auf der Abscissenachse, die entsprechenden Höhen von 1000 zu 1000′ auf der Ordinatenachse eingetragen wurden, und, nach Verbindung der einzelnen Punkte, durch eine möglichst sorgfältig gezogene Curve der Flächeninhalt und daraus die mittlere Höhe dieser Figur bestimmt wurde.

Wir erhielten daraus als mittlere Höhe:

für den Monte-Rosa und seine Umgebungen
(5508 □Kilom. = 10,04 geogr. □Meilen) mittlere Höhe 3050 M. 9390 P. F.

für die Gruppe der Zugspitze und des Wettersteines
(400 □Kilom. = 7,3 geogr. □Meilen) „ „ 1690 „ 5200 „

Die Aufnahme der aequidistanten Horizontalen wurde zugleich zur Construction von 2 Reliefen dieser Gebirgsgruppen (im Maassstabe von 1 : 50000) benützt[1]. Jenes des Monte-Rosa wurde nach unseren Höhenprofilen und Horizontalcurven von Hrn. Warnstedt ausgeführt; jenes der Zugspitze von uns selbst.

Wir benützten dabei unmittelbar die aequidistanten Horizontalflächen, die in Pappe ausgeschnitten und an kleinen Maassstäben, die im Modell stehen blieben, aufgebaut wurden. Man erhielt so ein treppenförmiges Skelett, das an den Rändern zuerst, der Festigkeit wegen, mit Gips und Gummi ausgefüllt und dann mit flüssigem und halbflüssigem Wachse nach unseren Zeichnungen überarbeitet wurde.

1) Sie sind bei J. A. Barth in galvanisirtem hohlen Zinkgusse erschienen. Leipzig 1854.

Da für die gegenseitige Distanz der Flächen ebenfalls genau der Maassstab von 1:50000 beibehalten wurde, so erhielten alle Abdachungen die gleiche Neigung wie in der Natur.

Wir erwähnten zunächst hier die Reliefe auch deshalb, weil wir die hohlen Formen in Gips benützten, um eine kleine Probe über die Berechnungen der mittleren Masse zu machen. Die hohlen Formen wurden nämlich wiederholt mit genau gemessenen Quantitäten Wassers bis zur vollständigen Ausfüllung vollgegossen und nun auch daraus die mittlere Masse und Höhe berechnet.

Wir erhielten im Mittel mehrerer Versuche ganz gut mit der Rechnung übereinstimmende Resultate; die einzelnen Messungen zeigten aber, da es sehr schwer war eine ganz horizontale Lage herzustellen, Abweichungen unter sich, die 100 bis 150′ für die mittlere Höhe betrugen.

Die beiden Reliefe wurden auch benützt um zu versuchen, durch die Photographie das Terrain darzustellen, ein Versuch, der uns Vergleiche mit der Terraindarstellung im Allgemeinen zu erlauben schien, da bei unseren Modellen für die Neigungen der Bergabhänge die gleiche Grösse wie in der Natur beibehalten war[1].

Höchste bewohnte Orte.

Die höchsten, auch im Winter bewohnten Orte der Alpen reichen bis 6000 Par. Fuss; einige übersteigen selbst diese Höhe. Sie sind vorzugsweise in jenen Alpentheilen häufig, in denen nicht nur die Gipfelhöhe, sondern zugleich die allgemeine Erhebung des Terrains eine sehr grosse ist. Sehr hohe Orte finden sich deshalb vorzugsweise in Graubündten, während in den Umgebungen des Mont-Blanc wegen der Steilheit der Abhänge die bewohnten Orte viel geringere Höhen erreichen.

Die folgende Zusammenstellung enthält einige Beispiele sehr hoher Winterwohnungen in verschiedenen Alpentheilen.

In Kärnthen gehören zu den höchsten Winterwohnungen:

St. Lorenz	4535 P.F.
Heiligenblut, die Häuser in der Nähe des Calvarienberges	4381 „

Andere hohe Orte sind:

Truchel, Curatie bei Obervellach	4205 „
St. Oswald bei Klein-Kirchheim	4183 „

1) Dieser kleine Atlas von 5 Blättern ist ebenfalls bei J. A. Barth erschienen unter dem Titel: Épreuves de cartes géographiques produites par la photographie d'après les reliefs du Mont-Rose et de la Zugspitze, par A. S. et H. S. Er enthält 5 Blätter, nämlich eine Photographie des Monte-Rosa-Reliefs mit gleichem Ton (weisse Oberfläche) für Gletscher und Terrain; eine zweite Photographie desselben Gegenstandes mit verschiedenem Tone für Gletscher und Terrain. 3. Die Photographie des Zugspitzreliefs. 4 und 5. Die beiden Curvenkarten. Der Maassstab der Photographien ist 1:200000; die Reduction wurde dadurch bestimmt, dass in der Mitte der Reliefe ein Maassstab aufgelegt und dessen

In Tirol scheint das höchste bewohnte Dorf Vent im Oetzthale zu sein, dessen Höhe 600 bis 700′ P.F., über der Getreidegrenze 5791′ beträgt.

In jenem Theile der rhätischen Alpen vom Ortles bis zum Splügen finden sich sehr viele Orte über 5000′, da hier auch die Getreidegrenze die bedeutende Erhebung von 5400 bis 5700′ erreicht.

Nach TSCHUDI[1] ist das Averserthal in Graubündten zwischen dem Maloyapasse und dem Hinterrheinthale wohl das höchste bewohnte Thal der Alpen.

Höhe des Weilers Juf	6730	P.F.
Cresta; etwas über	6300	„
Die Höhe von Soglio im Val Bregaglia beträgt nach KASTBERG	6300	„
Ofen, im Unterengadin	6020	„[2]
Dorf Stalla in Graubündten	5960	„
Dorf Lu im Münsterthale	5904	„
St. Moritz im Engadin	5574	„

Am Monte-Rosa sind die höchsten Winterwohnungen Bödemié 5925 und Staffel 5654′, beide im Lysthale und mit der Getreidegrenze zusammenfallend. Hier treten zugleich sehr grosse Gruppen von Alpenhütten auf, Sommerdörfer, wie Zmutt 5999, Findelen 6748, Breuil 6187′, die sich in den westlichen Theilen der Alpen ebenfalls wiederholen, und theilweise dazu beitragen, das Ueberschreiten der Getreidegrenze für die Winterwohnungen zu beschränken.

Am Mont-Blanc ist die höchste Winterwohnung der Weiler Tour	1495 M.	4600 P.F.
„ Mont-Iséran Val de Tignes	1852,5 „	5703 „
„ Monte-Viso erreicht, nach BRAVAIS, das Dorf St. Veran die bedeutende Höhe von	2040 „	6280 „

In den französischen Alpen hat die grösste Höhe das Dorf St. Maurin 1902 M.

Alpenhütten erreichen bisweilen über 7000′ Höhe. So die Torrenthütte im Anniviersthale	2564 M.	7893 P.F.
die Flualpe am Findelengletscher, Monte-Rosa	2580 „	7942 „
die Bergerie am Monte-Viso	2524 „	7770 „

Die Alpenpässe bedingen häufig in grossen Höhen permanente Wohnungen, wie am Stilfserjoche, am Malayapasse, am St. Bernhard, am Col di Valdobbia u. s. w., die aber mit den anderen hohen Orten deswegen nicht vergleichbar sind, weil hier, des bestimmten Zweckes wegen, die eigentliche Grenze der bewohnbaren Region

Verkleinerung auf dem matten Glase der Camera gemessen wurde. Von beiden Reliefen sind auch Daguerreotypbilder für das Stereoscop im Maassstab von 1:400000 bei J. A. BARTH erschienen.

1) v. TSCHUDI, Thierleben der Alpen S. 210.

2) Nach DENZLER enthalten in dem Programm der naturforschenden Gesellschaft in Zürich für 1850. (von MOUSSON.)

der Alpen bei weitem überschritten wird. Dasselbe gilt von einigen sehr hohen Bergwerken in Kärnthen und in den Umgebungen des Monte-Rosa.

Meteorologische Verhältnisse.

Die Alpen bieten durch die bedeutenden absoluten Erhebungen und zugleich durch die Verschiedenartigkeit der Bodengestaltung in den Massen der Centralalpen, in den niedrigeren Formen der Nebenzonen und Hochebenen ein sehr günstiges Terrain, um den Einfluss der Höhe auf die verschiedenen meteorologischen Phänomene zu beurtheilen.

Wir haben wiederholt gestrebt, durch specielle Beobachtungen die Veränderungen der Wärme der Luft und des Bodens, der Feuchtigkeit und des Luftdruckes, der verschiedenen optischen Eigenschaften der Atmosphäre zu vergleichen; im Folgenden wollen wir versuchen einige der allgemeinsten Resultate zusammenzustellen.

Wärme der Luft.

Die wesentlichste Quelle der Wärme an der Oberfläche der Erde ist ausser der Eigenwärme der Erde die Insolation der Oberfläche.

Gesetzt der Radius der Erde würde um ein Tausendstel vergrössert, ohne dass dadurch an der Oberfläche weder die Gestalt der Meere und Continente, noch die gegenseitigen Höhenverhältnisse einzelner Theile verändert würden, so hätte eine solche Vergrösserung des Radius auf die Temperatur der Luft gewiss ungemein wenig Einfluss. Und doch wäre dadurch die Oberfläche der Erde in eine Entfernung vom Mittelpunkte (d. h. in eine Höhe) versetzt, die jetzt Berge von 19000 bis 20000′ einnehmen.

Die Luft in der Nähe hoher Gipfel ist deswegen kalt, weil sie von der allgemeinen Oberfläche der Erde, der vorzüglichsten Quelle für atmosphärische Wärme, entfernt ist. Auf den Gipfeln selbst kann die Besonnung nur auf eine kleine Oberfläche wirken, zugleich wird ihnen die Wärme der Erde weniger zugeleitet. Die geringe Menge der Luft, welche also hier in Berührung mit dem Boden erwärmt wird, verschwindet fast spurlos in der ungleich grössern Masse der kalten Luft, welche solche Gipfel umgiebt.

Es vereinen sich mit dem Einflusse der isolirten Oberfläche noch viele andere, verschiedenartige Ursachen, welche die unteren Schichten der Atmosphäre erwärmen, die oberen erkalten. Aber in Beziehung auf die Grösse ihres Einflusses ist die Wirkung der Besonnung auf eine Oberfläche festen Gesteines bei weitem die wichtigste.

Tritt nun, wie es an ausgedehnten Theilen der Erde wirklich der Fall ist, eine partielle aber weit verbreitete Erhöhung der Oberfläche ein, so muss an so

gestalteten Stellen die Luft weit mehr erwärmt werden, als in der Nähe isolirter Gipfel von gleicher Höhe.

Eine partielle Erhöhung der Erdoberfläche findet im Allgemeinen entweder in der Form von Plateaux oder von Gebirgen statt; weit seltener treten ganz einzeln stehende Berge auf.

Am meisten sind grosse Plateaux geeignet die Luft verhältnissmässig stark zu erwärmen und bedeutend von der Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe abzuweichen. Auch für grosse Gebirge, obwohl sie von Thälern mannigfach durchschnitten sind, findet eine ähnliche relative Erhöhung der Wärme durch das Vorhandensein von insolationsfähigen Massen in grossen Höhen statt.

Der mittlere Höhenunterschied, welcher im Gebiete der Alpen einer Temperaturverminderung von 1° C. entspricht, beträgt für die Alpen 540 P.F.; vergleicht man jedoch die Abweichungen der Linien gleicher Luftwärme von den horizontalen Linien gleicher Höhe, so zeigt sich, dass nicht nur die Schnelligkeit der Abnahme in verschiedenen Höhen sich etwas ändert, sondern auch in den einzelnen Alpengruppen sehr verschieden ist und, mit Ausschluss des Einflusses, den die Breite ausübt, vorzugsweise davon abhängt, ob in einer bestimmten Höhe noch viel Masse vorhanden ist oder ob bereits die schmalen Formen der Kämme und Gipfel vorherrschen.

Die bedeutende allgemeine Bodenerhebung in Graubündten und in den Umgebungen des Monte-Rosa bedingt zugleich die grösste relative Erhebung der Isothermen im Alpengebiete. Am Monte-Rosa tritt die grösste absolute Höhe dieser Linien ein. Hier ist zugleich die etwas südlichere Lage und die Nähe der piemontesischen Ebene von entschiedenem Einflusse.

Die Temperaturabnahme bleibt sich im Mittel ziemlich gleich, sowohl zwischen zwei Punkten der freien Atmosphäre, berechnet aus der Barometerformel bei bekannten Höhenunterschieden, als auch zwischen isolirten Berggipfeln oder Punkten an den Abhängen eines Berges in gleicher Exposition, da hier constante Grössen auftreten, die für gleichartige Punkte mit der Höhe sich nur wenig zu verändern scheinen. Die Temperaturabnahme wird jedoch sogleich eine andere, wenn nicht die verschiedenen eben angeführten Localitäten unter sich allein, sondern mit Punkten von ungleichartiger Bodengestaltung verglichen werden. Als allgemeines Resultat wird man stets eine Beschleunigung der Abnahme finden, wenn der Abhang eines Berges mit einem isolirten Gipfel verglichen wird, da in der Nähe des Bodens im Mittel stets eine verhältnissmässig grössere Wärme stattfindet, als in der freien Atmosphäre in gleicher Höhe. Selbst Gipfel, wenn sie nicht vollständig mit Schnee bedeckt sind, zeigen noch diesen Unterschied; nur ist hier wegen der unmittelbaren Nähe der freien und im Mittel kältern Atmosphäre der Unterschied nicht so bedeutend; oft genügt ein geringer Luftzug, der die etwas entfernteren Luftschichten mit der Oberfläche der Gipfel in Berührung bringt. Als ein

sehr gutes Beispiel können für den Einfluss der Masse auf die Lufttemperatur die Unterschiede zwischen der Mont-Blanc- und Monte-Rosa-Gruppe angeführt werden. Es lässt sich erwarten, was auch die directe Beobachtung überall bestätigt, dass das Vorhandensein hoher Thalsohlen oder alpiner Plateaux besonders durch die vertheilende Einwirkung des aufsteigenden Luftstromes auch auf die höheren Theile einen nicht unbedeutenden Einfluss ausüben wird.

Die Exposition der Abhänge und die allgemeine nördliche und südliche Abdachung bedingen ebenfalls in allen Theilen der Alpen sehr merkliche Unterschiede. Wir versuchten dieselben dadurch auszudrücken, dass die Linien auf der nördlichen (linken) Seite des Beschauers, in entsprechender Grösse nach abwärts sich krümmen.

Der Ueberschuss der Temperatur in der Nähe von erwärmungsfähigen Oberflächen über die Wärme der freien Atmosphäre in gleicher Höhe ist eine Funktion der Masse und zugleich ihrer Oberfläche. Sie erscheint da am grössten, wo die Massen mit der geringsten Oberflächenentwickelung vorhanden sind, also am grössten in Hochebenen. Sie wird bedeutend vermindert, wenn durch steile Formen des Gebirges viele verhältnissmässig tiefe Einschnitte hervorgebracht werden, weil jetzt die Strahlung der nicht besonnten Oberflächen am Tage und aller Flächen bei Nacht in raschem Verhältnisse wächst. Gebirge mit tief eingeschnittenen Thälern, in denen sich überdies die herabsinkenden kalten Luftströme anhäufen können, werden daher immer kälter sein, als solche, in welchen die Erhebung wenig unterbrochener Massen bis zu grossen Höhen hinaufreicht. Dadurch geschieht es zugleich, dass jene Pflanzengrenzen, welche vorzüglich von extremen Temperaturen abhängen, diese Unterschiede, sowohl der Exposition als der Massenhaftigkeit, weit grösser ergeben, als die Linien gleicher Jahreswärme.

Die absolute Veränderlichkeit für die einzelnen Monate, das heisst die Abweichung des kältesten und des wärmsten Monates während einer langen Beobachtungsreihe vom wahren Mittel, nimmt, ähnlich wie die tägliche Amplitude der Lufttemperatur, vom Winter gegen den Sommer zu. Ihre Grösse scheint, ganz im Allgemeinen, der mittleren täglichen Amplitude nahe gleich zu kommen[1].

Die Unterschiede zwischen den kältesten und wärmsten Jahren sind im Gebiete der Alpen ebenfalls ziemlich bedeutend und theilweise durch das Vorhandensein ausgedehnter Abhänge gesteigert, indem dadurch, besonders für einzelne Localitäten, der Temperaturgang durch locale Strömungen der Luft ein etwas extremerer wird.

Zur Vergleichung mit einigen früher mitgetheilten Jahresmitteln für Stationen innerhalb der Alpen fügen wir hier noch einige Angaben von der Lombardei an. Sie sind der Abhandlung von Curzio Buzzetti in dem reichhaltigen Werke: Notizie civili e naturali su la Lombardia[2], entnommen.

---

1) Vergl. die speciellen Angaben und die Construction auf Taf. VII.

2) Milano. Bd I. 1844. S. 99.

In Mailand erreichte die grösste mittlere Jahreswärme 1772, 1802 und 1822 = 14,4° C.; die niedrigsten Jahresmittel zeigten 1837 = 10,9° C; 1835 = 11,1° C. Die absoluten Extreme einzelner Beobachtungen waren Max.: 34,4° (Juli 1832), Min.: −15,0° C. (Januar 1767 und 1838); im letzteren Jahre war auch ein Thermotrograph beobachtet, der −16,3° C. als die grösste bis jetzt in der lombardischen Ebene beobachtete Kälte ergab.

Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten.

Die Veränderungen der Wärme der Quellen und der oberen Bodenschichten schliessen sich innig den Temperaturveränderungen der äusseren Atmosphäre an.

Wir (A.) versuchten im Cap. XI der Untersuchungen u. s. w. 1850 und im Cap. VI des vorliegenden Buches einige specielle Beobachtungen zusammenzustellen und einige mittlere Zahlenverhältnisse daraus abzuleiten. Es sei uns gestattet zu wiederholen, dass die mitttlere Höhe für 1 Grad Celsius Temperaturunterschied in der Wärme der Quellen einem Höhenunterschiede von 720 Fuss (120 Toisen) in runder Zahl entspricht. In den einzelnen Alpentheilen ist diese Grösse, die sehr innig mit der Bodengestaltung zusammenzuhängen scheint, sehr veränderlich[1].

Das Eindringen der äusseren Wärme in den Boden ist nicht nur abhängig von der Leitungsfähigkeit desselben für Wärme und von der specifischen Wärme desselben (die für feste Gesteine nahe gleich 0,2 gesetzt werden kann[2]); in vielen Fällen scheinen auch entschieden Strömungen des in dem Boden enthaltenen Wassers wesentlich zur Fortpflanzung der Wärme beizutragen.

Wir (H.) hatten Gelegenheit, mit Prof. Wiedemann, als sich derselbe mit einer Untersuchung über die Wärmeleitungsfähigkeit der Metalle beschäftigte, auch einige Versuche über die Fortpflanzung der Wärme in Cylindern von Blei, von carrarischem Marmor, von trockenem und nassem Sande und von Eis anzustellen; ich benütze mit grossem Vergnügen diese Gelegenheit, Herrn Prof. Wiedemann meinen verbindlichsten Dank für seine freundliche Theilnahme an diesen Versuchen auszusprechen.

Es wurden Cylinder der betreffenden Substanzen zu diesen Versuchen angewandt, die 16,5 Ctm. hoch waren, 6,6 Ctm. im Durchmesser hatten und in deren Achse eine cylindrische Röhre von 7 M.M. Durchmesser, bis zur halben Höhe hin-

---

1) Auffallend ist die ungemein rasche Abnahme der Quellenwärme mit der Höhe in kleinen Gebirgen. In Thüringen scheint sie im Mittel von zahlreichen Quellenbestimmungen, die wir theils den Mittheilungen des Herrn Major Fils verdanken, theils im Juni 1853 selbst zu machen Gelegenheit hatten (H.), die Abnahme von 1° C. bereits bei einem Höhenunterschiede von 420 bis 440 P. F. einzutreten, während in den Alpen dem gleichen Unterschiede eine Höhendifferenz von 720′ im Mittel entspricht. Die einzelnen Beobachtungen dieser Quellen wurden von uns Herrn Prof. Berghaus zur gelegentlichen Benützung übergeben. Einige Beobachtungen über den jährlichen Gang der Temperatur des Louisenbrunnens bei Berlin sind bereits in dessen Landbuch der Mark Brandenburg aufgenommen.

2) Vergl. Neumann in Pogg. Annalen Bd. 23 S. 28.

abreichend, ausgebohrt war; in dieser Röhre befand sich ein sehr empfindliches Thermometer.

Diese Cylinder wurden, um alle Versuche[1] direct mit den Beobachtungen am Eise vergleichen zu können, zuerst in einem Gemische von Schnee und Wasser auf 0° gebracht, dann in ein Kältegemisch von —18° getaucht und nun der Stand des Thermometers Anfangs von Minute zu Minute, später in Zwischenräumen von 2 bis 3 Minuten abgelesen.

Setzt man die Wärmeveränderungen, die das Blei zeigte[2], gleich 100, so ergab sich aus diesen Versuchen für Eis 30, für trockenen, möglichst fest eingedrückten Quarzsand 10 bis 12. War hingegen der Sand stark befeuchtet, so pflanzte sich die Wärme verhältnissmässig sehr rasch fort, nahe im Verhältnisse von 50 bis 60, wenn Blei gleich 100 gesetzt wurde. Es war zugleich die Art der Wärmeveränderung dann eine ganz andere, indem jetzt entschieden Strömungen in den kleinen, zwischen den Sandkörnern enthaltenen Wassertheilchen entstanden, die, wie auch die Gestalt der Wärmecurve zeigte, einen ganz verschiedenen Gang befolgten.

Man kann die Resultate dieser Versuche keineswegs mit der Leitungsfähigkeit für Wärme der betreffenden Körper identificiren, da die specifische Wärme, die pulvrige Beschaffenheit des Sandes, die Diathermanëität des Eises hier ebenfalls von Einfluss waren; dieselben Verhältnisse bleiben aber auch in Wirksamkeit, wenn sich in den jährlichen Temperaturveränderungen der oberen Bodenschichten die äusseren Temperaturverhältnisse allmählig in die Tiefe fortpflanzen. Die im Boden enthaltene Feuchtigkeit trägt wesentlich dazu bei, die Fortpflanzung der Wärme in demselben zu beschleunigen; anderntheils wird die Mächtigkeit der gefrornen Bodenschichten in grossen Höhen das Eindringen der Kälte in die tieferen Bodenschichten wesentlich beschränken; dasselbe findet auch statt in continentalen Climaten gegenüber den Climaten mit milden Wintern[3].

Die Schichten des Eises im Boden befinden sich zunächst an der Oberfläche selbst, also gerade in jenen Lagen, in denen sonst die Temperaturveränderungen die grössten sind. Sie wirken offenbar durch diese Lage mehr abstumpfend ein, als wenn sich eine Eislage von gleicher Mächtigkeit erst in grösserer Tiefe unter der äusseren Oberfläche befände.

Leopold von Buch hat auf die grosse Bedeutung aufmerksam gemacht[4], wel-

1) Die Versuche wurden Ende Februar 1853 gemacht.

2) Die einzelnen Beobachtungen, auf welche diese Zahlen gegründet sind, werden später in Poggendorff's Annalen specieller mitgetheilt werden.

3) In Höhen von 5000 bis 6000 Fuss ist die Dicke der gefrornen Bodenschichten im Winter oft ungemein beträchtlich; in Vent 5791 fand sie Herr Pfarrer Arnold, nach einer brieflichen Mittheilung vom 19. Febr. 1849, 6 Fuss 5 bis 7 Zoll.

4) Leop. v. Buch, Einige Bemerkungen über Quellentemperatur. Abh. Berl. Acad. 1825, in Pogg. Ann. XII, 403; vergl. auch Hallmann's an interessanten Beobachtungen reiches Werk über die Temperatur der Quellen. Berlin D. Reimer. 1854.

che die Temperatur der atmosphärischen Niederschläge auf die Wärme der Quellen ausübt, indem er zeigte, dass Regionen mit Winterregen verhältnissmässig kältere Quellen haben, als solche mit vorherrschenden Sommerregen.

Ein ähnlicher Unterschied zwischen der relativen Wärme der Luft und der Wärme des atmosphärischen Wassers, das die Bodenschichten durchtränkt, findet statt, wenn wir hohe Orte mit niedrigen vergleichen, auch dann, wenn die verglichenen Punkte unmittelbar übereinander folgen, also dieselbe Vertheilung der atmosphärischen Niederschläge in der Jahresperiode haben.

Die Bestimmungen der Temperatur der Niederschläge ergeben, dass in grossen Höhen die Regentemperatur im Mittel einen grösseren Ueberschuss über die Wärme der Luft zeigt als in den unteren; zugleich ist aber auch der Umstand von sehr grossem Einflusse, dass beim Schmelzen der Schneedecke die gebundene Wärme vorzugsweise der Atmosphäre entnommen wird; zum grossen Theile durch Condensation des atmosphärischen Wasserdampfes bei vorherrschenden feuchten Winden, mit deren Auftreten das bedeutende Schmelzen des Schnees stets zusammenfällt. Dadurch geschieht es, dass in grossen Höhen, deren mittlere Luftwärme bedeutend unter Null ist, die mittlere Wärme des in den Boden eindringenden Wassers, das nie unter Null sein kann, einen Ueberschuss über die Luftwärme zeigt, welcher auch auf die Wärme der Quellen einen entschiedenen Einfluss ausübt.

Gang des Barometers.

Das Barometer zeigt in grösseren Höhen ein constantes Abnehmen in der Grösse der Veränderungen des Luftdruckes; doch werden die nicht periodischen Veränderungen des Luftdruckes selbst für die höchsten Alpengipfel nicht verschwindend klein.

Es ergiebt demnach der Gang des Barometers in den Hochregionen an einzelnen Tagen eine geringere Differenz der Extreme und nähert sich so jenem an Orten in grösseren Breiten. Die Differenz der Extreme in den einzelnen Monaten wird mit der Höhe ebenfalls geringer und nähert sich so dem Typus des Barometerganges in geringeren Breiten.

Die Grösse des Unterschiedes zwischen dem grössten und kleinsten Monatsmittel scheint weit mehr von unregelmässigen Einflüssen der Bodengestaltung und von der Vertheilung der Feuchtigkeit abzuhängen, als davon, ob die Alpenkette im Allgemeinen nördlich oder südlich vom Beobachtungspunkte liegt. In der Jahresperiode zeigt der Druck der trockenen Luft für die wärmsten Monate, analog dem täglichen Gange, nur an den höheren Orten ein Maximum.

Die täglichen periodischen Veränderungen des Barometerstandes ergeben in den Ebenen und auf plateauartig gestalteten Erhebungen 2 Maxima und 2 Minima; auf isolirten hohen Bergen und in der freien Atmosphäre tritt nur 1 Maximum und 1 Minimum ein, die ungefähr zur Zeit der Temperaturextreme stattfinden.

Die Ursache dieser Verschiedenheiten liegt darin, dass die Barometerschwan-

kungen nicht ausschliesslich von dem Abfliessen oder dem Zuströmen der Luft in der Nähe der oberen und der unteren Grenze der Atmosphäre abhängen. Eine isolirt gedachte Luftsäule ändert nämlich nicht allein periodisch ihre Dichtigkeit im Allgemeinen; auch innerhalb der Luftsäule treten periodische Verdichtungen oder Verdünnungen ein, die in grossen Höhen mit den Veränderungen des Gesammtdruckes nicht gleichzeitig sind.

Winde.

Die Erwärmung der oberen Bodenschichten durch die Insolation, andererseits ihre Erkaltung durch nächtliche Strahlung bedingt wesentlich die Temperatur der Luft; fehlte der Atmosphäre ihre Beweglichkeit, so würde diese Betrachtung für die Beurtheilung der Temperatur an einem einzelnen Punkte ebenso anwendbar sein, als sie es für die Gesammttemperatur der Erde ist.

Aber durch die weit verbreiteten Bewegungen der Atmosphäre geschieht es, dass die localen Einflüsse sehr geschwächt werden; ja was noch wichtiger ist, durch die ziemlich constanten mittleren Windesrichtungen wird einzelnen Theilen im Mittel Wärme zugeführt, während anderen constant eine kältere Luft zuströmt; ein Phänomen, welches mit den Strömen wärmeren und kälteren Wassers, welche die Meere durchziehen, ganz analog ist.

Ausserhalb der Tropen, wo alle meteorologischen Verhältnisse an Regelmässigkeit verlieren, wird auch die Windesrichtung viel veränderlicher, und der erkältende oder erwärmende Einfluss der Winde ist hier als die Differenz periodisch wechselnder warmer und kalter Luftströme zu betrachten.

Ohne auf die allgemeinen Gesetze dieser Phänomene hier näher einzugehen, wollen wir nur erwähnen, dass im Gebiete der Alpen wie im mittleren Europa überhaupt im Winter südwestliche, im Sommer nordöstliche Winde vorherrschen. Von den Alpen im Allgemeinen scheint nach den Ebenen an ihrem Fusse kein Vorherrschen absteigender Luftströme stattzufinden; wenigstens lassen die Beobachtungen an den Windfahnen dies ebenso wenig erkennen, als etwa eine verhältnissmässige Temperaturdepression am Fusse der Alpen; dass aber in einzelnen Fällen absteigende Luftströme die Thäler durchziehen, lässt sich an den periodisch wiederkehrenden Morgen- und Abendwinden sehr deutlich verfolgen; es ist zugleich zu erwarten, dass ähnliche Verhältnisse die Wärme der Orte in der unmittelbaren Nähe der Alpen etwas deprimiren; allein die Verminderung der Wärme aus dieser Ursache kann nicht dadurch wahrgenommen werden, dass wir Punkte in der Nähe der Alpen mit anderen Orten von gleicher Höhe, etwa in kleineren Gebirgen in gleicher Breite, oder auf die gleiche Breite durch Rechnung reducirt vergleichen; in den Alpen wird durch die allgemeine Bodenerhebung und durch die relative Erwärmung, welche diese hervorbringt, der geringe erkältende Einfluss nach abwärts gerichteter Luftströme jedenfalls bedeutend übertroffen.

Eine besonders auffallende Erscheinung absteigender Winde sind die Strömungen kalter Luftmassen längs der Gletscher, die Gletscherwinde, die in den zunächst liegenden Thälern bisweilen sehr merkliche Temperaturveränderungen hervorzubringen im Stande sind.

Luftelectricität.

Die Luftelectricität ist auf hohen Punkten, besonders wenn sie zugleich auf freien Abhängen und Gipfeln liegen, gewöhnlich viel stärker als in den Ebenen; enge Thäler zeigen an heiteren Tagen, wegen der Höhe der Bergwände, nur sehr geringe Spuren von Electricität. — Auch auf Gipfeln, besonders aber längs der Abhänge, ist die Spannung der Electricität sehr gering in der unmittelbaren Nähe des Bodens, wächst aber sehr rasch mit der Erhebung des Instrumentes über die Bodenfläche.

Wir benützten bei unserm Aufenthalte in den Umgebungen der Zugspitze 1852 ein dem SAUSSURE'schen ähnliches Electrometer, in welchem sich statt der Strohhalme ganz feine Papierstreifchen befanden; dies Instrument liess die Vermehrung der Electricität mit der Höhe sehr deutlich erkennen, zeigte aber doch zu grosse Unregelmässigkeiten in seinen quantitativen Angaben, als dass sich bestimmte Werthe feststellen liessen[1]. Das Zeichen der Electricität liess sich dagegen mit grosser Sicherheit erkennen. Man findet in Gebirgen wie in den Ebenen die Electricität der Luft gewöhnlich positiv; negative Electricität tritt in den Ebenen gewöhnlich nur bei Gewittern, Nebeln und Schneefällen auf; diese beiden letzteren Umstände lassen erwarten, in der Region der Wolken dieser Art der Electricität öfter zu begegnen; besonders häufig fanden wir beim ersten Anfange des Nebels und bei Schneefällen, die grosse feuchte Flocken hatten, die Electricität der Luft negativ.

Ein interessanter Gegenstand der Beobachtungen in Gebirgen ist die Bestimmung der Electricität in der unmittelbaren Nähe der Wasserfälle. Sie ist hier, wie bereits seit lange bekannt, und durch HUMBOLDT und TRALLES vielfach nachgewiesen, gewöhnlich negativ; positive Electricität der Wasserfälle ist, soviel uns bekannt, bis jetzt niemals beobachtet worden.

Die Ursache der Electricität der Wasserfälle ist die Vertheilung; kleine Wassersäulchen werden an ihrem oberen Ende negativ, entgegengesetzt der Luft, während die positive Electricität abgeleitet wird; reisst in diesem Augenblicke das Wassersäulchen ab, so kommt der kleine Tropfen mit negativer Electricität geladen in

---

1) Besonders war es sehr störend, dass man an den tieferen Orten, um die Empfindlichkeit des Instrumentes zu vermehren, stets einen brennenden Schwamm anwenden musste, dessen Wirkung eine sehr veränderliche ist. Ein sehr schönes PELTIER'sches Electrometer, identisch mit jenem, das in Brüssel mit so grosser Sorgfalt angewandt wird, litt sehr durch den Transport, indem die Spitze, auf welcher das Hütchen der Nadel sich bewegte, nicht seine nothwendige Schärfe behielt, und auch in dem metallenen Hütchen selbst kleine Vertiefungen entstanden zu sein schienen.

die Atmosphäre, zugleich wird ein Theil seiner negativen Electricität beim Herabfallen frei, da in der Nähe des Bodens die positive Electricität der Luft rasch abnimmt. Diese Betrachtung lässt erwarten, dass bei negativer Electricität der Luft die Electricität in der Nähe der Wasserfälle ebenfalls das entgegengesetzte Zeichen haben, also positiv sein müsste. Es gelang uns im Höllenthale bei Partenkirchen mehrere Male, diese Erscheinung an den schönen Wasserfällen dieses Thales unmittelbar zu beobachten. Besonders war der Wasserfall Mariensprung, der mit kleinen schmalen Absätzen mehrere hundert Fuss Fall hatte, durch starke Spannung der Electricität ausgezeichnet. Die Neigung des Felsens, über die das Wasser stürzte, war 60 bis 70°. Die absolute Höhe des unteren Endes 1323,8 M. 4075,6 P.F. Die Höhe der sehr mächtigen Quelle, welche diesen Wasserfall bildete, war 1454,9 M. 4478,8 P.F., daher die relative Höhe des Falles 131,1 M. 403 P.F.

Am 22. September 1852 3^h p. m. fanden wir dort, unmittelbar am Fusse des Wasserfalles, die positive Electricität so stark, dass die Papierchen unseres Electrometers eine Divergenz von 12 Millimetern zeigten; während die Luft 500′ davon entfernt entschieden negativ war, aber weniger stark (Divergenz 8 bis 9). Die stärkere Electricität in der Nähe der Wasserfälle, deren Spannung jene der Luft (auch in beträchtlicher horizontaler Entfernung) fast immer bedeutend übertrifft, ist wohl theils der nach unten breiter werdenden Gestalt der Wasserfälle, theils dem Umstande zuzuschreiben, dass die Luftschicht oberhalb des Wasserfalles, in welcher die Tröpfchen durch Vertheilung electrisirt werden, wegen ihrer Höhe über der Thalsohle stets stärker electrisch war, als die Luft in gleichem Niveau mit dem unteren Ende des Wasserfalles. Oberhalb des Wasserfalles findet natürlich keine ähnliche Veränderung der Luftelectricität statt.

Wir hatten Gelegenheit, dieselbe Beobachtung über das Positivwerden der Electricität bei Wasserfällen bei negativer Luftelectricität noch zwei Mal zu beobachten; nämlich wieder am Mariensprunge am 23. Sept. 10^h a. m. und an einem anderen kleinen Wasserfalle beim Unterbaustollen im Höllenthale am 21. Sept. 8^h 30′ a. m. Die absolute Höhe dieser Wasserfälle ist nur gering.

Ozongehalt.

Auch der Ozongehalt der Atmosphäre scheint in grossen Höhen gleichzeitig etwas stärker zu sein, als in den Ebenen am Fusse der Gebirge. Einige Versuche, die wir 1852 mit Papieren machten, welche wir von Herrn Schönbein selbst erhielten, hatten die folgenden Reactionen gezeigt; sie wurden mit der von demselben ebenfalls gesandten Scala verglichen. Die Beobachtungen am Huthause waren von uns, die correspondirenden in St. Anton bei Partenkirchen von Herrn Reiser gemacht.

Die Papiere wurden Morgens und Abends um 7 Uhr gewechselt.

Beobachtungen über den Ozongehalt 1852.

	St. Anton. 750 M. 2309 P. F.	Huthaus. 1502 M. 4624 P. F.
Sept. 24.	2,0	4,5
„ 24/25.	3	4,2
„ 25.	1	2,5
„ 25/26.	3,0	4,1
„ 26.	0,5	2,5
„ 26/27.	7,0	8,5

Auf der Zugspitze schien am 10. Sept. ebenfalls entschieden mehr Ozon gewesen zu sein, als in Garmisch (Beobachtungen des Herrn Dr. BIECHL).

In Garmisch war von Morgens 6 Uhr bis Abends 6 Uhr die Färbung des Papieres 4,6
In Partenkirchen (St. Anton) von Morgens 7 Uhr bis Abends 7 Uhr 3,8
Bei der Hinterangerhütte im Rainthale von Morgens 5 Uhr bis Abends 5 Uhr 5,8
Auf dem Gipfel der Zugspitze von $11^h 30'$ bis $1^h 30'$ 7

Die chemische Zusammensetzung der Atmosphäre zeigt mit der Höhe vorzüglich in Beziehung auf die Menge der Kohlensäure Veränderungen. Diese Menge derselben nimmt besonders auf isolirten Gipfeln in grossen Höhen bedeutend zu.

In den Ebenen am Fusse der Alpen beträgt ihre Menge in 10000 Volumtheilen Luft 4,2 bis 4,8 Theile im Mittel; in Höhen von 10000 bis 13000 Fuss, Rachern in Kärnthen, Vincenthütte und Vincentpyramide am Monte-Rosa fanden wir (A.) sie 9 bis 9,5 Volumtheile übersteigen[1].

Vegetationsverhältnisse und Pflanzengrenzen.

Bei der allgemeinen und vergleichenden Betrachtung der climatischen Verhältnisse der Alpen ist es sehr wesentlich, auch die Vertheilung der Vegetation in verschiedenen Höhen, den Eintritt der Vegetationsepochen, ebenso wie die numerischen Verhältnisse einzelner wichtiger Pflanzenfamilien zu berücksichtigen. Man wird durch eine genauere Betrachtung ähnlicher Erscheinungen auf manche Eigenthümlichkeiten

1) Einige Reihen, die nahe 1 Jahr umfassen, in Berlin, Sanssouci und München, konnten hier wegen unserer nahe bevorstehenden Abreise nach Indien nicht speciell untersucht werden. Sie zeigten, ganz im Allgemeinen, in Berlin stets weniger Ozon als in Sanssouci; die Wintermonate scheinen durchschnittlich etwas mehr zu ergeben als die Sommermonate. Sehr auffallend sind die oft sehr grossen Unterschiede zwischen zwei sich folgenden Tagen; bisweilen fanden sie fast gleichzeitig für Berlin und München statt.

des Climas aufmerksam, welche man aus blossen Reihen meteorologischer Beobachtungen allein nur schwer erkennen dürfte.

Wir haben früher versucht, die pflanzengeographischen Verhältnisse der Alpen etwas ausführlicher darzustellen[1], wir werden uns in dem Folgenden darauf beschränken, einige der wichtigsten Punkte hervorzuheben und besonders ihren Zusammenhang mit den Veränderungen des Climas etwas näher zu verfolgen. Durch unsere Beobachtungen in der Schweiz, in Piemont, in Savoyen u. s. w. haben wir zugleich gesucht die Angaben zu vervollständigen, um die westlichen und die östlichen Alpen besser vergleichen zu können.

In der folgenden Tabelle, welche eine Uebersicht der wichtigsten Vegetationsgrenzen in verschiedenen Alpengruppen enthält, sind die Spalten für das Wallis, die Gruppen des Mont-Blanc, Monte-Rosa und der westlichen Alpen nach unseren Beobachtungen im Jahre 1851 neu bearbeitet. Es wurden hier ausser den allgemeinen Mitteln unserer Beobachtungen noch einige der interessanteren Beispiele angeführt. Wir hatten auch in den Berneralpen, in der nördlichen Schweiz und in den bayerischen Alpen Gelegenheit, die Angaben von früheren Beobachtern zu bestätigen oder theilweise zu ergänzen.

Die in der Tabelle angegebenen Zahlen sind, wenn nicht das Gegentheil speciell bemerkt ist, Mittelwerthe, abgeleitet aus einer grösseren Anzahl von Beobachtungen in verschiedenen Localitäten[2].

Die grossen Veränderungen, welche an einzelnen Stellen durch die Exposition, die Richtung und Heftigkeit der Winde, die Bodenbeschaffenheit, die Nähe von Schnee- und Eismassen u. s. w. in der Höhe der Pflanzengrenzen hervorgebracht werden, konnten dem Plane dieser Abhandlung gemäss hier nicht mehr näher betrachtet werden.

---

1) In Cap. XVIII, XIX, XX und XXI unserer früheren Untersuchungen u. s. w., von AD. SCHLAGINTWEIT.

2) In Beziehung auf das Material, welches uns zu dem Entwurfe dieser Uebersicht zu Gebote stand, und für die nähere Beurtheilung der angegebenen Zahlen überhaupt müssen wir auf die Literatur (S. 472) und auf die Erläuterungen (S. 498 unserer früheren Untersuchungen u. s. w. 1850) verweisen. Als ein wichtiges neues Werk ist noch SENDTNER's Südbayerns Vegetationsverhältnisse, München 1854, beizufügen.

Uebersicht der vorzüglichsten Vege

Die H

Bezeichnung der Pflanzen u.s.w.	Oestreich unter der Enns u. Steiermark.	Kalkalpen von Bayern und Salzburg.	Nördliche Schweiz.	Nordöstl. Tirol.	Oestliche Centralalpen.	Berner Alpen.	Graubü
Vitis vinifera L. / Castanea vulgaris Lam.	—	—	1500 bis 1700 2400 Max. der Kastanienbäume.	—	1900	1700 bis 1900 2700 Max. vereinzelter Kastanien; sehr selten.	22[illegible] 2[illegible] Kastanien südl. B
Juglans regia L.	—	2500	2500 Nach Wahlenberg bisweilen schon bei 1950. Max. 2900 am Wallenstädter See.	2700	2700 Max. 3550 bis 3600	2500 bis 2700 bisweilen Min. bei 2000 Max. 3600 in einem Thalkessel gegen Südwest.	32[illegible]
Quercus sessiliflora Sm. u. pedunculata Ehrh.	—	—	3000 bis 3500	—	3300 bis 3400 Max. 3750	3360 Max. 3800 bis 4000 2462 Min. bei Meyringen.	—
Prunus Cerasus L.	—	2900 Max. 3660	2900 Max. 3400 (Pyr. comm. und P. malus 2700 bis 3000)	—	4000 Max. 4580 Höchste vereinzelte Bäume. (Pyr. comm. und P. Malus 3800 bis 4000)	4000 (Pyr. comm. u. P. Malus 3800)	4000 bis Mittl. Ma (Pyr. com P. Mal
Fraxinus excelsior L.	—	Circa 3700 bis 3800	3500 Erreicht überall diese Höhe.	—	4100 Max. 4500	4100 Noch gut gedeihend mit Ulm. camp.	—
Fagus sylvatica L.	—	4150 bis 4200	4200 Max. 4600 bis 4800	4000 Max. 4800 Strauch.	3700	3700 u. 3900 sehr oft niedriger b. 2700 b. 3000. Selt. Max. 4500	40[illegible] (Te
Acer Pseudoplatanus L.	—	4300 Max. Baum 4650 „ Strauch 4800 bis 4900	4300 bis 4500 Max. 4600 bis 5000	—	4300 Max. 4700	4300 Max. 4600 bis 5000	—
Mittlere Grenze des Ackerbaues.	Oestr. 1800	—	2700	2700	4000 Weizen 3800 bis 4000	4000	4000 bis Weizen, Hirse:
Aeusserste Getreidegrenze.	Oestr. 2800, 2850, 3200. Steierm. 3847	3500 bis 3800	(3400[1]) Im Allgemeinen.	3764 b. 3800 Hafer und Winterroggen.	4700 Im Allgemeinen. 4500 bis 4600 selt. Max. d. Weizens. 5000 und 5200 Max. Hafer, Gerste, zuw. Winterroggen.	4700 Roggen auf dem St. Gotthard bei Realp 4700	50[illegible] 5400 bis Max. Hafe ste im E

1) Die Höhe der obersten Getreidegrenze bei 3400 (nach Wahlenberg) ist ein mittleres Maximum, welches öfter über

…zen in verschiedenen Alpengruppen.

…Fuss angegeben.

…re Gebirgs- …am Rande …entralalpen …n Tirol.	Wallis, Nordabdachung des Monte-Rosa und Gruppe des Mont-Blanc.	Südabdachung des Monte-Rosa in Piemont.	Westliche Alpen, einen Theil der Cottischen, der Grajischen und der Dauphinéer Alpen umfassend.	Südliche Nebenzone der Alpen. Südöstl. Tirol, Venetianer Alpen.	Veroneser Alpen u. Umgebung. des Como-Sees.	Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.
2000 …m. Weincul…tur. …0 bis 2400 …ste Weinpfla…nzungen.	2450 bis 2500 Max. 3000 bis 3100 Im Rhonethal 2480 Im Vispthal oberh. Stalden 2900 Im Vispthal Max. bei Galputran 3100	2750 Max. 3000 bis 3300 Rebencult. im Aostathale 2960 Kastan. am Col de Jou 3250 Kastan. im Tournanchethale 3350	2750 bis 2800 Max. der Kastanien auf der südl. Abdachung des Mont-Cenis 3400	1500 Grössere Weinberge. 1933 Reben in Agordo ohne Weinproduction.	1540 Region des Oelbaumes. Sehr reichlich: Vit. vinif., Laur. nobil., Pin. Pinea, Cupr. semperv. etc. Kastanienb. 2400 (Como-See)	Vitis vinifera L. Castanea vulgaris Lam.
3000	3500 bis 3600	3500 bis 3700 Max. 3900 im Val Tournanche, Aostathal u. s. w.	3700 bis 3800 Max. 4000 bei Briançon.	3500	—	Juglans regia L.
3400 …Max. 3750	—	—	—	—	—	Quercus sessiliflora Sm. u. pedunculata Ehrh.
4100 … Max. 4400	4600 Max. 5000 (Zermatt)	4600 Max. 5000 bis 5100	4600 bis 4700 Max. 5100 bis 5300 Bei Les Tignes im Isèrethal 5100 Im Thal der Guisanne bei Lauzet (Dauphiné) Max. 5200 bis 5300.	—	—	Prunus Cerasus L.
4100 …4500 bis 4580	—	—	—	—	—	Fraxinus excelsior L.
—	4800	4800 bis 4900 Sehr oft niedriger, oder fast gänzlich fehlend.	5000	4684 u. 4915	—	Fagus sylvatica L.
4300 Max. 4800	—	—	5000 bis 5100 (Auf der nördlichen u. südl. Abdachung des Col des Encombres.)	—	—	Acer pseudoplatanus L.
…0 bis 4100	4500 bis 5000	4700 bis 5000	4700 bis 5000	4000	—	Mittlere Grenze des Ackerbaues.
…0 bis 4800	6100 Höchste Roggen- u. Gerstenculturen bei Zmutt und Findelen 6100 bis 6220, bei Tours (am Mont-Blanc) nur 5900.	6100 Bei Bödemié Winterroggen und Gerste 6100	6000 Im Romanche-Thale oberhalb Villars d'Areine, mittl. Max. 5682 Im Thale d. Guisanne bei La Madeleine 6100	4400	4700 selten	Aeusserste Getreidegrenze.

…wird.

Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.	Oestreich unter der Enns u. Steiermark.	Kalkalpen von Bayern und Salzburg.	Nördliche Schweiz.	Nordöstl. Tirol.	Oestliche Centralalpen.	Berner Alpen.	Graubünd
Höchste Dörfer u. Bauernhöfe.	—	3000 bis 4000	—	—	5800 bis 6000	5800 bis 6000	6000 bis 6 Max. im Av Thal Cre über 6300, W ler Juf 67
Höchste Alpenhütten.	—	5500 bis 6000	6000 bis 6500	6000 b. 6500	Milchwirthschaft 6500 Schafalpen 7000	Milchwirthschaft 6500 Schafalpen 7000 bis 7200	—
Pinus Abies L.	4200 Wald- und Baumgrenze Oestr.; Steiermark Waldgr. 4800, Baumgr. 5218.	5500[1] Max. 5800 bis 5900	5500 Max. 5800 bis 6000 (Pin. Pic. 4550 5000)	(5200)	6000 Max. 6200 bis 6300	6000 Max. 6200 bis 6300 (Pin. Picea 4500 bis 5000)	6000
Pinus Larix L.	—	—	— Max. 6000	—	6000 6200 bis 6300 Allgem. Max.; ziemlich häufig.	6000 Allg. Max. 6200 bis 6300	6300 Aeusserst. Max 7000 bis 71
Pinus Cembra L.	—	— Max. 5900 bis 6000	— Max. 6000	—	6100 Allg. Max. 6300 Höchste isolirte Stämme 6500 bis 6600	6100 Allg. Max. 6300 Höchste Stämme 6500 bis 6600	6300 bis 64 Im Rhein- u. Inngeb. 65 Im Adda- u. Etschgeb. 6 Höchste Stämm 7000 bis 71
Obere Grenze der Strauchregion.	Legföhre und Birke. Oestr. 5500	6100 bis 6250	6200 bis 6300	6300	6500 bis 6700 Max. 7000	6500 bis 6700 Max. 7000	Max. im allg 7000 Letzte Wachh der am Bern nach HEER 8 bis 8300
Schneegrenze.	8000 In Steiermark.	8000 bis 8100	8200	—	8300 (Stellenweise	8300 bis 8400)	8600 bis 8
Aeusserste Phanerogamengrenze.	—	—	—		10000 Im Allgemeinen; an einzelnen Punkten 10300 bis 104[illegible]	10000 Im Allgemeinen; an einzelnen Punkten 10300 bis 10468	Am Piz Lina 10700
					Flechten ebenso wie Infusorien finden sich		

1) Es dürfte hier wohl das Mittel gleich jenem von WAHLENBERG gegebenen angenommen werden; die Coniferengrenze ist jedo

…iedere Gebirgs- …ige am Rande …r Centralalpen von Tirol.	Wallis, Nordabdachung des Monte-Rosa und Gruppe des Mont-Blanc.	Südabdachung des Monte-Rosa in Piemont.	Westliche Alpen, einen Theil der Cottischen, der Grajischen und der Dauphinéer Alpen umfassend.	Südliche Nebenzone der Alpen.		Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.
				Südöstl. Tirol, Venetianer Alpen.	Veroneser Alpen u. Umgebung. des Como-Sees.	
—	5900 bis 6000	5900 bis 6000	6000	—	4000 bis 4800 Grenze im allgemeinen.	Höchste Dörfer u. Bauernhöfe.
—	Milchwirthschaft 7000 bis 7400 Schafalpen 8000	Milchwirthschaft 7000 bis 7600 Schafalpen 8000 bis 8100	— Bergerie am Monte Viso 7770	—	—	Höchste Alpenhütten.
5900	6400	6500	—	Waldgrenze mit guter Baumveget. 5500. Vereinzelte Stämme6300	Circa 5500 Baumgrenze an den Vorbergen.	Pinus Abies L.
…900 bis 6000	6500 Max. 7000 N. Abdachung des Matterjochs, Max. 6822 und 6860 Oberhalb Findelen 6896 Max. am Riffelberg 7020 Oberhalb des Combalsees in einem schattigen Thale, Mittel 6251 Nordwestseite der Mont-Blanc-Kette nach FORBES 6380 Südostseite 6760	6600 Max. 7000 bis 7100 Ober Bödemié 6940; bei der Bettafurke 7100. (Auf der östlichen Abdachung des Monte-Rosa, gegen den Macugnaga-Gletscher, Mittel 6290; durch die kalten Gletscherwinde deprimirt.)	6200 bis 6300 Oft auch tiefer und überhaupt etwas wechselnd; die Coniferenwaldungen sind an vielen Stellen sehr dünn.	— Vereinzelte Stämme 6300	Am Mte. Legnone nach HEER 6000. Einzelne verkrüppelte Stämme 6484. (Der Berg reicht über 8000 F.)	Pinus Larix L.
6000	6550 Max. 7000	6600 Max. 7000 bis 7100	—	—	—	Pinus Cembra L.
6500	7000 bis 7500 Einzelne Rhododendra u. Juniperus bis 8600 und 9000 (z. B. Gadmen, Hochthäligrat, Hörnli u. s. w.	7000 bis 7500 Einzelne Rhododendra zuweilen bis 8600 u. 9000. Höchster kleiner Juniperus am Fuss der Nase 10467	—	—	—	Obere Grenze der Strauchregion.
—	9000 An den Abhängen der Gabelhörner gegen das Zmuttthal 8900 Am Riffelhorn 8990 Am Rymphischgrat u. s. w. 9050 Für den Mont-Blanc Mittel nur 8900	9200 In den Umgebungen der Cimes Blanches 9100 Oberhalb der mittl. Baraque gegen Corno Camozzo u. Ollen 9200 Auf der südwestl. Abdachung d. Grauen Hauptes 9350	8700 bis 8800	—	—	Schneegrenze.
—	11000 Im Allgemeinen. Mont-Blanc 10680 Weissthor 11138 Nordwestl. Abhang des Monte-Rosa 11462	11100 Nase 11176 Max. 11770, auf der südl. Abdachung d. Vincentpyramide ein paar sehr verkümmerte Pflanzen.	—	—	—	Aeusserste Phanerogamengrenze.

…och auf den höchsten Gipfeln zwischen 12000 und 14809 P. F.

…ehr schwankend und sinkt öfter ziemlich weit unter 5000 F. hinab.

Nach den Beobachtungen, welche in dieser Tabelle mitgetheilt sind, wurden auf der Tafel XXII des Atlas die Linien für die Grenzen der wichtigsten Pflanzen eingetragen. Es lässt sich bei einer näheren Betrachtung derselben ein Einfluss sowohl der geographischen Lage, als auch der Bodengestaltung und der Massenhaftigkeit der Gebirge deutlich unterscheiden. Es werden nämlich, zusammenhängend mit den allgemeinen Veränderungen des Klimas, auch hier die Grenzen höher, je mehr man sich den südlichen und südwestlichen Gruppen nähert. Ueberdies bedingt auch die Form des Gebirges eine wesentliche Veränderung in der Lage der Vegetationsgrenzen; sie reichen, wie die Linien für Luft- und Quellenwärme, in den massenhaften centralen Alpengruppen höher als in niederen Zügen. Die absolute Höhe einzelner Berge ist dabei von geringerer Bedeutung als die Erhebung ganzer Gebirgsmassen mit Einschluss der Thalsohlen. Der Einfluss, den die Massenhaftigkeit der Erhebung auf die Begünstigung der Vegetation ausübt, ist im Wesentlichen derselbe, welchen wir für die Temperatur der Luft und des Bodens bereits näher entwickelt haben. Für die Vegetation insbesondere scheint aber eine massenhafte Erhebung auch dadurch günstig, dass dabei noch an sehr vielen Stellen weit geringere Neigungen der Abhänge auftreten, als dieses bei gleicher Höhe in niederen Alpengruppen der Fall ist. Es wird theils durch die Bodengestalt, theils durch die verminderte Zugänglichkeit für Winde und Stürme die zahlreiche Entwickelung einiger Pflanzen, vorzüglich der Bäume, unterstützt, und es werden dadurch auch sehr häufig die Grenzen derselben höher gerückt. Verfolgt man die Vegetationslinien in ihrem Verhältnisse zu den Jahres-Isothermen, so bemerkt man sogleich, dass die verschiedenen Vegetationsglieder nicht immer bei denselben mittleren Jahrestemperaturen enden. Die folgende Tabelle enthält die specielleren Vergleichungen[1].

Bezeichnung der Pflanzen u. s. w.	Nördliche Alpen.		Centralalpen.		Südl. Alpen am Monte-Rosa u. Mont-Blanc.	
	Höhe in P.F.	Temp. C.	Höhe in P.F.	Temp. C.	Höhe in P.F.	Temp. C.
Rebe	1500	9,0	1800	8,8	2750	8,5
Wallnuss; mittlere Grenze	2500	7,3	2700	7,3	3600	6,7
Wallnuss; Maximum . . .	2900	6,6	3600	5,7	—	—
Buche (Mittel)	4200	4,1	3900	5,2	4800	4,8
Getreide; mittlere Grenze	2700	7,0	4000	5,0	4750	4,6
Getreide; Maximum . . .	3700	5,1	5100	2,7	6000	2,5
Coniferen; mittlere Grenze	5500	1,3	6000	0,9	6500	1,5
Coniferen; Maximum . .	6000	0,2	6500	−0,2	7000	0,5
Schneegrenze	8200	−4,3	8400	−4,4	9300	−3,5
Aeusserste Phanerogamengrenze.	—	—	10000	−7,6	11000	−7,6

1) Vergl. S. 506 der Untersuchungen 1850 u. s. w. mit Ergänzungen.

Mit Ausnahme der Buche, welche wir später betrachten werden, zeigt sich bis zur Höhe der Coniferen, dass die Grenzen in den nördlichen Alpen bei wärmeren Isothermen liegen, als in den östlichen Centralalpen; noch etwas geringere Jahrestemperaturen bemerkt man an den entsprechenden Punkten in den westlichen Centralalpen von Wallis und Savoyen. Es wird dieses wohl von dem grossen Einflusse bedingt, welchen die Temperatur der Jahreszeiten und der Monate auf das Gedeihen der Pflanzen ausübt. Die Wärme des Sommers ist dabei von besonderer Wichtigkeit; je grösser diese bei gleicher mittlerer Jahrestemperatur ist, desto höher reichen die Pflanzen hinauf und desto kälter sind die Jahresisothermen, welche man an ihren Grenzen findet.

Die früher erwähnten Unterschiede in dem Charakter des Climas in verschiedenen Alpengruppen und für verschiedene Expositionen machen sich bei weitem am deutlichsten bei der Grenze der Cerealien in ihrem Verlaufe durch das Alpengebiet bemerkbar, da gerade die Cerealien von der Sommerwärme vorzugsweise abhängen.

Das Aufhören der Rebencultur und die mittlere Grenze der Wallnuss scheinen in den nördlichen Alpen und in den Centralalpen von Kärnthen, Tyrol und der östlichen Schweiz bei nur wenig abweichenden Isothermen zu liegen; es entsteht hingegen, wohl vorzugsweise durch den Einfluss der südlichen Lage, in den hohen Gebirgsmassen des Wallis, in Piemont und in Savoyen ein bedeutendes Steigen dieser Grenzen, welche dort bei kälteren Jahresisothermen enden, als in den beiden ersteren Gruppen. Für die Extreme der Wallnuss lässt sich jedoch bereits ein deutlicher Unterschied der mittleren Jahrestemperatur in der nördlichen Nebenzone und in den östlichen Centralpen erkennen.

Die Buche steht, abweichend von den übrigen Pflanzen, in den nördlichen Alpen bei kälteren Isothermen als in den Centralalpen, in welchen sie überhaupt nicht sehr zahlreich auftritt; auch in der Gruppe des Monte-Rosa, im Wallis u. s. w. reicht sie im Allgemeinen weniger hoch, als man bei den warmen Lufttemperaturen erwarten sollte.

Schon Mohl und Andere haben auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht und damit verglichen, dass die Buche im Allgemeinen das continentale Clima zu fliehen scheint. Jedoch erreichen die Unterschiede in der Vertheilung der Temperatur zwischen einzelnen Alpentheilen nie einen so bedeutenden Grad, dass die Verbreitung der Buche unmittelbar darauf zurückgeführt werden könnte. Es dürften hier noch manche andere climatische Verhältnisse und theilweise auch die Bodenbeschaffenheit von Einfluss sein; zugleich wird die Vegetation der Buche und der Laubbäume überhaupt durch das Vorhandensein der ausgedehnten Coniferen-Waldungen unmittelbar beeinträchtigt, und es können dadurch auch ihre Höhengrenzen Depressionen erleiden.

An den niederen Vorbergen, welche den Südrand der Alpen bilden, erreichen die Pflanzen in den oberen Theilen der Gebirgszüge nicht jene grossen absoluten

Höhen, welche die günstigen Temperaturverhältnisse erwarten liessen. An dem Fusse der Alpen zeigen sich hier bereits Spuren der Region der immergrünen Laubbäume, welche erst südlicher in Italien zu grösserer Entwickelung gelangt. Die Region des Oelbaumes, mit der Pinie, der Cypresse u. s. w., erreicht in den Umgebungen der schönen italienischen Seen fast jene Höhe, in welcher in den nördlichen Alpen die untere Bergregion beginnt, bezeichnet durch das Aufhören der Rebencultur. Jedoch sobald man sich weiter in die Höhe begiebt, sinken die Pflanzengrenzen verhältnissmässig herab, und die verschiedenen, sich rasch folgenden Vegetationsabstufungen treten daher noch bei sehr warmen Isothermen ein.

Als specielles Beispiel führen wir die äusserste Getreidegrenze an, obgleich auch die Coniferen und andere Pflanzen dieselbe Erscheinung in ähnlicher Weise zeigen. Das Maximum der Getreidecultur von 4700 P. F. befindet sich hier bei +6,0° C., während in den nördlichen Kalkalpen 5,1, in den östlichen Centralalpen +2,7, in den hohen Gebirgsmassen von Wallis und Savoyen 2,2° C. die entsprechenden Isothermen sind. Der Grund dieses tiefen Sinkens der Pflanzengrenzen in den oberen Theilen des Gebirges gegenüber den Isothermen dürfte wohl im Wesentlichen in der Gestalt des Gebirges zu suchen sein, welches hier verhältnissmässig sehr geringe Höhen erreicht, und durch seine freie Lage, seine Zugänglichkeit für heftige Winde und den Mangel hoher Thalsohlen der Vegetation ungünstig ist. Auch die schönen Beobachtungen von CH. MARTINS am Mont-Ventoux, nordöstlich von Avignon (unter 44° 10′ nördl. Br., 1911,4 M. hoch), bestätigen dieses Resultat; ungeachtet der südlichen Lage erreichen hier doch zum Beispiel Pinus uncinata und Abies excelsa auf der Nordseite nur 5295 P.F., und die erstere Pflanze allein auf der Südseite 5572′.

Schon bei einem Vergleiche der Pflanzengrenzen in der Spalte „Westliche Alpen“ kann man, wenn auch in kleineren Maassstabe, eine ähnliche Erscheinung beobachten. Es sind hier grossentheils etwas niedrigere Theile der cottischen und grajischen Alpen enthalten, welche sich im Allgemeinen nicht bedeutend über die Schneelinie erheben. Während in den unteren Theilen des Gebirges die Grenzen der Rebe, der Wallnuss, der Kirsche ebenso hoch oder selbst etwas höher liegen als in den Centralalpen von Wallis und Savoyen, so tritt hier eine ziemlich merkliche Depression sowohl der mittleren als auch der äussersten Coniferengrenze ein.

---

1) Sur la topographie botanique du Mont Ventoux de Provence. Ann. d. scienc. natur. 1838, X. p. 129, und übers. in BERGHAUS Annalen der Erdkunde. 1840. IX. S. 237.

Eine plötzliche Unterbrechung in den Vegetationsverhältnissen, die durch ihre Ausdehnung und Gestalt bisweilen an die Region über der Schneegrenze erinnert, hängt an einzelnen Stellen von der Porosität des Gesteines und dem damit verbundenen Wassermangel ab. Solche Stellen kommen vorzüglich in den östlichen Alpen, und zwar in der nördlichen Nebenzone derselben vor. Wir führen als Beispiele an: das steinerne Meer, das Tennengebirge, den Dachstein, das Prielgebirge u. s. w. u. s. w. Nach SIMONY HAIDINGER's Ber. 8° I S. 215 liegen dieselben gewöhnlich zwischen 6500 bis 9000 P.F.

Die Höhe der Schneegrenze (deren Veränderungen wegen ihrer Beweglichkeit besonders geeignet sind climatische Unterschiede hervortreten zu lassen) ist für die einzelnen Alpentheile speciell in der allgemeinen Tabelle Cap. XV angegeben. Ihre mittleren monatlichen Veränderungen sind am Fusse „der vergleichenden Darstellung" Taf. XXII zugleich mit den monatlichen Veränderungen der Isothermen zusammengestellt[1].

In den höchsten Theilen des Gebirges verringern sich, wie in dem meteorologischen Theile dieser Untersuchungen gezeigt wurde, die Unterschiede in der Vertheilung der Temperatur zwischen den einzelnen Alpengruppen, indem hier überall die Gipfellagen vorherrschen. Die äusserste Phanerogamengrenze scheint sich daher auch in verschiedenen Alpengruppen bei nahezu gleichen Isothermen zu befinden. Es reichen einzelne phanerogamische Pflanzen, unter anderen[2]: Androsace glacialis und A. helvetica, Cerastium latifolium, Cherleria sedoides, Chrysanthemum alpinum, Gentiana bavarica, Ranunculus glacialis, Saxifraga bryoides, S. oppositifolia, Silene acaulis u. s. w. u. s. w., sowohl in den östlichen als in den westlichen Centralalpen im Mittel noch 2000 P.F. höher als die untere Grenze der Schneelinie. Das Gedeihen dieser kleinen Hochalpen-Pflanzen, welche sich nur sehr wenig über den Boden erheben, scheint wesentlich mit den Temperaturverhältnissen der oberen Bodenschichten zusammenzuhängen[3]. Die bedeutende Erwärmung, welche die Oberfläche der Felsen und des trockenen Schuttbodens unter dem Einflusse der directen Besonnung zeigt, ist dabei wohl von besonderer Wichtigkeit. Einzelne Flechten, Lecideen, Parmelien, Umbilicarien u. s. w. sind selbst auf den höchsten Gipfeln der Alpen, bei mittleren Jahrestemperaturen von -12 bis $-15°$ C. an hervorragenden Felsen angeheftet, ohne eine Höhengrenze ihres Auftretens zu finden.

Periodische Erscheinungen in der Entwickelung der Pflanzen.

Indem eine Pflanze sich der Grenze ihres äussersten Vorkommens nähert, erleidet sie viele wesentliche Veränderungen ihres Wachsthumes und ihrer Entwickelung. Der grosse Unterschied, welcher in der Zeit der Belaubung, Blüthenbildung und Fruchtreife der Pflanzen in verschiedenen Höhen eintritt, verdient bei der Wichtigkeit dieser Erscheinungen für den gesammten Lebensprocess, wohl in vorzüglichem Grade unsere Aufmerksamkeit.

Wir waren früher[4] bemüht, eine Reihe von Beobachtungen über die periodischen Erscheinungen der Vegetation in verschiedenen Höhen zu sammeln und ihren

1) Vergl. auch Cap. XVIII über die mittlere Höhe der Gletscher.

2) Die specielle Aufzählung der phanerogamischen Pflanzen, welche wir noch über der Schneegrenze beobachtet haben, ist in Theil II Cap. VII dieses Buches und in Cap. XXI unserer früheren Untersuchungen mitgetheilt.

3) Vergl. die Bemerkungen Cap. VI.

4) In Cap. XIX unserer Untersuchungen u. s. w.

Zusammenhang mit den climatischen Verhältnissen zu betrachten. Die folgende Tabelle[1] enthält eine allgemeine Uebersicht über den mittleren Eintritt der Vegetationsepochen für einige der wichtigsten und verbreitetsten Pflanzenarten.

Mittlerer Eintritt der Vegetationsepochen.

Bezeichnung der Epochen.	1500 bis 2000'.	2000 bis 3000'.	3000 bis 4000'.	4000 bis 5000'.	5000 bis 6000'.	6000 bis 7000'.	7000 bis 8000'.
Schmelzen des Schnees; Erwachen der Vegetation.	17. März	30. März	10. April	21. April	12. Mai	2. Juni	28. Juni
Anbau des Sommergetreides.	25. März	8. April	15. April	24. April	13. Mai		
Letzte Schneefälle:							
Mittel.	20. April	30. April	15. Mai	28. Mai	15. Juni		
Extreme.	15–25. Mai	15. Juni	30. Juni	15. Juli			
Belaubung.							
Fagus sylvatica.	2. Mai	11. Mai					
Fraxinus excelsior.	3. Mai	11. Mai	22. Mai	31. Mai	17. Mai (Grün der Wiesen.)	7. Juni (Grün der Wiesen.)	1. Juli (Grün der Wiesen.)
Juglans regia.	10. Mai	19. Mai	26. Mai (In sehr günstigen Lagen.)				
Blüthenbildung.							
Viola odorata.	4. April	12. April	21. April	4. Mai	12–15. Mai (Erste Frühlingsblüthen von Anemonen, Gentianen, Primeln u. s. w.)	2–5. Juni (Erste Frühlingsblüthen u. s. w.)	28–30. Juni (Erste Blüthen u. s. w.)
Prunus Cerasus.	5. Mai	10. Mai	16. Mai	28. Mai	22. Juni (Rhododendra)	11. Juli (Rhododendra)	29. Juli (Rhododendra.)
Fragaria vesca.	4. Mai	10. Mai	16. Mai				
Syringa vulgaris.	9. Mai	21. Mai	2. Juni				
Secale cereale hibernum.	4. Juni	14. Juni	21. Juni	28. Juni	8. Juli (5200')		
Sambucus nigra.	8. Juni	19. Juni	29. Juni				
Hordeum dystichum und hexastichon.	11. Juni	20. Juni	30. Juni	11. Juli	21. Juli (5200')		
Heuernte.	15–20. Juni	24. Juni	25. Juni	27. Juni	1. Juli	3. Aug.	

1) Vergl Untersuchungen u. s. w. 1850 S. 529.

Mittlerer Eintritt der Vegetationsepochen (Fortsetzung).

Bezeichnung der Epochen.	1500 bis 2000'.	2000 bis 3000'.	3000 bis 4000'.	4000 bis 5000'.	5000 bis 6000'.	6000 bis 7000'.	7000 bis 8000'.
Fruchtreife.							
Prunus Cerasus.	25. Juni	18. Juli	3. Aug.	20. Aug.			
Secale cereale hibernum.	18. Juli	31. Juli	8. Aug.	18. Aug.	3. Septbr. (5200')		
Hordeum distichum und hexastichon.	25. Juli	7. Aug.	17. Aug.	29. Aug.	11. Septbr. (5200')		
Triticum vulgare aestivum.	9. August	21. Aug.	31. Aug.	13. Sept.			
Avena sativa.	14. August	27. Aug.	5. Sept.	16. Sept.	29. Septbr. (5200')		
Sambucus nigra.	9. Septbr.	21. Sept.	3. Oct.				
Anhaltende allgemeine Schneedecke; Eintritt des Winters.	10. Decbr. Diese Epoche ist hier noch etwas unbestimmt.	30. Nov.	20. Nov.	10. Nov.	28. Octbr.	15. Oct.	1. Oct.

Aus der Vergleichung dieser Zahlen erhält man im **Mittel** für die ganze Dauer des Vegetationscyclus

eine Verzögerung der Vegetationsentwickelung von 11 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.

Jedoch ist dieses Zurückbleiben der Vegetationsentwickelung nicht in allen Jahreszeiten in gleichem Grade der Fall; man findet:

im Frühlinge, bis zum Ende der Blüthenbildung, eine Verzögerung von 10 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.;

hingegen während der Fruchtreife bis zum Eintritte des Winters eine Verzögerung von 12,5 Tagen für eine Erhebung von 1000 P.F.

Der Grund dieser sehr constanten Unterschiede dürfte theilweise in der rascheren Temperaturabnahme zu suchen sein, welche in den Sommermonaten stattfindet, indem dadurch die höheren Orte verhältnissmässig kälter werden, und daher auch in der Entwickelung der Pflanzen weiter zurück sind, als bei dem Beginne der Vegetation. Der verticale Abstand zweier Punkte um 1000', welcher hier der Verzögerung von 11 Tagen entspricht, bringt im Allgemeinen in der mittleren Temperatur, besonders jenes Zeitraumes, in welchem die Vegetationsentwickelung stattfindet, eine Veränderung von 2° C. hervor.

Wie bereits erwähnt, sind in der obigen Uebersicht die südlichen und südwestlichen Alpen nicht mit inbegriffen. Verschiedene Angaben über den Eintritt der Vegetationsepochen, welche wir im Jahre 1851 im Wallis, in Savoyen und dem Dauphiné zu sammeln Gelegenheit hatten, zeigen deutlich, dass hier die Verzöge-

rung der Vegetationsentwickelung mit der Höhe in übereinstimmender Weise stattfindet; auch liessen sich die grösseren Differenzen im Herbste sehr schön erkennen.

Unter den Eigenthümlichkeiten, welche eine nähere Vergleichung der Vegetationsepochen in diesen Theilen der Alpen darbietet, möchten wir vorzüglich die beiden folgenden hervorheben.

1. Die Verzögerung der Vegetationsepochen wird etwas rascher als im allgemeinen Mittel, wenn man die höheren Stationen in den westlichen und südwestlichen Alpen mit den Punkten am südlichen Fusse der Alpen, z. B. mit Biella, Ivrea, Turin u. s. w. vergleicht. In der lombardischen Ebene erleidet nämlich das Clima und die gesammte Vegetation eine ungemein bedeutende und rasche Veränderung, wodurch auch die periodische Entwickelung der Vegetation in ungewöhnlicher Weise beschleunigt wird.

2. In den westlichen und südwestlichen Alpen treten im Allgemeinen in gleicher Höhe die Vegetationsepochen etwas früher ein, als in den östlichen.

Höhengrenzen der Thiere.

Mit dem Charakter der Vegetation und mit der Verbreitung derselben in verschiedenen Höhen der Alpen hängt auch das thierische Leben innig zusammen.

Es ist jedoch bei der Beweglichkeit der Thiere und ihren verschiedenartigen Lebensbedingungen weit schwieriger, bestimmte Thierregionen abzugrenzen, als einzelne Pflanzenregionen eines Gebirges zu unterscheiden; viele kleine Vögel und einige grosse Raubvögel bewegen sich zum Beispiel von den Thalsohlen bis zur Höhe der Alpengipfel.

Wir führen hier einige charakteristische Beispiele für die Höhengrenzen der Thiere an[1], um dadurch das Bild der physikalischen Verhältnisse der Alpen etwas zu vervollständigen.

Am mannigfaltigsten ist das Thierleben in den reichen Ebenen am Fusse der Alpen und in der unteren Bergregion entwickelt. In der oberen Bergregion (2500 bis 4000 P.F.) finden schon viele Thiere des Tieflandes und der Hochebenen ihre Grenze; es verlieren sich hier zum Beispiel oft ziemlich rasch die Maikäfer, ebenso der Frostspanner, die Maulwurfsgrille u. s. w. bei circ. 3000 bis 3300'.

Viele kleine Vögel, welche durch ihr zahlreicheres Auftreten die Landschaft

1) Mit den Bemerkungen, welche wir selbst in unseren früheren Untersuchungen S. 518 – 520 mitgetheilt haben, und mit verschiedenen Beobachtungen, welche wir später zunächst in den penninischen Alpen zu sammeln Gelegenheit hatten, wurden vorzüglich verglichen die vielen interessanten Angaben und Untersuchungen von SCHINZ und von OSWALD HEER (in FRÖBEL und HEER's Mittheilungen aus der theoretischen Erdkunde 1836 und in den Denkschriften der schweiz. Gesellschaft) und von TSCHUDI (das Thierleben der Alpenwelt, 1853).

beleben, reichen noch durch die Bergregion hindurch, theilweise bis in die subalpine oder untere Alpenregion (4000—5500'); z. B. die Schwalben, der Mauersegler oder Spyr (Cypselus murarius), welcher nach Tschudi im Dorfe Splügen 4480' noch häufig nistet, der Ziegenmelker (Caprimulgus europaeus), die verschiedenen Arten der Spechte, der Buchfinke (Fringilla coelebs) und einige andere Finkenarten, der Haus- und der Feld-Sperling (Fringilla domestica, F. montana), welche jedoch nicht sehr hoch zu gehen scheinen, die Baumlerche (Alauda arborea) und die Feldlerche (Alauda arvensis), mehrere Meisenarten, die Drosseln, die Bachstelzen u. s. w.

Die grossen Fischarten, welche die tiefer gelegenen Seen bevölkern, verschwinden grossentheils in der Bergregion; einzelne Arten jedoch, besonders die Bach- und die Rothforelle, reichen noch in die alpine Region (5500—7000') hinauf; die Forellen finden sich in einigen Hochalpenseen bis zu einer Höhe von 6500', ja ausnahmsweise bis gegen 7000'. In den Seen am grossen St. Bernhard gedeihen jedoch weder eingesetzte Forellen noch andere Fische.

Mit der Grenze der Waldvegetation (bei 5500—6000') tritt eine auffallende Veränderung der alpinen Fauna ein, und es zeigt sich über derselben eine bedeutende Verminderung sowohl in der Zahl der Arten als der Individuen.

Die Region der letzten kleinen Wälder bildet für die Vertheilung der Thiere eine wichtigere Grenze als die Baumgrenze selbst, an welcher die Bäume mehr vereinzelt auftreten.

Die Gemsen, welche für die Alpenregion vorzugsweise charakteristisch sind, obgleich sie, besonders in kleineren Alpengruppen, auch an tiefer gelegenen Stellen sich aufhalten, weiden im Sommer an einzelnen Rasenplätzen bei 8000, 9000 und zuweilen bis zu 10000'; sie steigen aber, besonders wenn sie verfolgt werden, noch weit höher hinauf, und wir sahen an den Pässen des Monte-Rosa, z. B. am Weissthor, ihre Spuren mehrere Male bei 11000 und 12000'.

In derselben Höhe wie die Gemsen hält sich der in den Alpen so seltene Steinbock auf, der aber mehr durch die Verfolgung als durch seine ursprüngliche Lebensweise diese höchsten Theile der Alpen zu seinem Aufenthalte zu wählen scheint.

Bären kommen in manchen Theilen der alpinen Region vor. Sie werden bisweilen, besonders im Engadin, den Schafheerden auf den höchsten Weideplätzen gefährlich. Sie sind in Beziehung auf die Zahl ihres Auftretens sehr ungleich über die verschiedenen Alpengruppen vertheilt.

Die Murmelthiere haben ihre Wohnungen in der alpinen und subnivalen Region, bis zu einer Höhe von 8000'.

Die Füchse halten sich noch bleibend in der Alpenregion auf; sie streifen jedoch bis 10000'.

In der alpinen Region findet man noch mehrere Mausarten; in der subni-

valen Region (7000—8500′) hat jedenfalls Hypudaeus nivalis seinen beständigen Aufenthalt; er wurde an mehreren Punkten über 8000′ hoch wohnend getroffen; HUGI bemerkte diese Mausart selbst noch am Finsteraarhorn bei 12000′. — Auch bei der mittleren Barraque im Lysthale, 9075′, fanden wir mehrere Mäuse.

Der Steinadler und der Lämmergeier halten sich sehr oft in der Schneeregion auf und erheben sich bisweilen bis zu sehr bedeutenden Höhen. Sie wurden mehrmals schon bei 14000—15000′ gesehen.

Unter den kleineren, für die Schneeregion charakteristischen Vögeln erwähnen wir das Schneehuhn, den Schneefinken oder Schneevogel (Fringilla nivalis), welchen wir zusammen mit Accentor alpinus öfter auf den Firnmeeren des Pasterzengletschers bei 10000—11000′ bemerkten; das Blaukehlchen (Sylvia cyanecula), welches wir bei 11000′ an der Wildspitze sahen; die Steinkrähen (Corvus graculus) und besonders die Schneekrähen oder Bergdohlen (Corvus pyrrhocorax), welche noch bei 9000—10000′ brüten, kommen auch bei 11000′ ziemlich häufig vor, z. B. sehr häufig in den zerklüfteten Felsenmassen des Stollenberges, Taf. IX; sie wurden auch bei 13000 und 14000′ gesehen. Wir bemerkten zwei dieser Vögel bei unserer Besteigung des Monte-Rosa, in geringer Entfernung vorüberfliegend, in einer Höhe von 14000′. Auch ULRICH und STUDER haben dieselben vom Sattel am Fusse der höchsten Spitze des Monte-Rosa bei 14000′ gesehen.

Der Alpenfrosch (Rana alpina) reicht bis 6600—7000′; die gemeine Kröte bis 6200′.

Die schwarzen Salamander, welche in der Bergregion sehr zahlreich sind, trifft man ebenso wie den Wurfbeinischen Molch (Triton Wurfbeinii) noch bis an die obere Grenze der alpinen Region, bis 7000′.

Einige Eidechsenarten (die rothbauchige Eidechse, Zootoca pyrrhogastra, die Bergeidechse, Z. montana) finden sich bei 7000—8000′, während die gemeine Eidechse mit dem Holzwuchse verschwindet; die erstere wurde im Maximum selbst bei 9134′ am Umbrail gefunden.

Kleine Schnecken (Helix arbustorum alpicola, Hel. sylvatica alpicola, Bulimus montanus, Vitrina diaphana var. glacialis etc.) findet man nicht selten in der alpinen und auch noch in der subnivalen Region. Man kann als ihre obere Grenze im Mittel 7000—7500′ annehmen, während wir sie im Maximum, sehr vereinzelt, bei einer Höhe von 9075 und 9734′ sahen, nämlich bei der mittleren Baraque und auf der Vincenthütte am Südabfalle des Monte-Rosa.

Vorüberfliegende Schmetterlinge, welche jedoch in diesen Höhen nicht ihren bleibenden Aufenthalt haben, wurden mehrere Male bei der Besteigung des Mont-Blanc, des Monte-Rosa und der Gipfel der Berner Alpen in Höhen von 13000 und 14000′ beobachtet.

Die Käfer, mehrere Arten von Spinnen und Podurellen sind jene Thiere, welche in den Alpen vorzugsweise noch an den höchsten Standpunkten während

des ganzen Jahres zu leben vermögen. Bei 12012′ am kleinen Mont-Cervin[1] (den SAUSSURE bekanntlich Cime Brune du Breithorn nennt) fand derselbe noch einige Podurellen; bei 11770′ am Südabhange der Vincentpyramide, wo noch die höchsten verkümmerten phanerogamischen Pflanzen vorkamen, und bei 11138′ am Weissthore, beobachteten wir mehrere Podurellen und an dem letzteren Platze noch eine Spinne. Am Gipfel des Piz Linard wurde bei 11387′ nach TSCHUDI ebenfalls eine Weberknechts- oder Zimmermannsspinne (Opilio glacialis) gefunden.

Unter den ziemlich zahlreichen Exemplaren kleiner Thiere, welche in den Umgebungen der Vincenthütte (9734′) lebten, befanden sich bereits mehrere Käferarten. Die Thiere, welche uns unsere anderen Beschäftigungen hier zu sammeln gestatteten, waren, nach den Bestimmungen von Hrn. Geh. Rath KLUG in Berlin, folgende:

Elater rugosus BONELLI (in Tirol, Schweiz, Savoyen).
Mehrere kleine schwarze Carabici.
Eine grosse Spinne.
Ein Spanner, sehr wahrscheinlich Larentia dilatata, Wiener Verzeichniss. (Auch sonst im Hochgebirge.)
Mehrere kleine nicht näher bestimmte Larven.
Eine Nebria, vermuthlich angusticollis.
Ein Obsidium in 3 Exemplaren.
Ein Paar kleine Schnecken.
Mehrere kleine Podurellen.

Am Piz Linard in Graubündten fand HEER zwischen 8500 und 9000′ noch 13 Käferarten. Es scheint, dass im Allgemeinen 9000′ als die obere Grenze für den bleibenden Aufenthalt der Käfer in den Centralalpen angenommen werden kann. Für die Schneeregion überhaupt führt TSCHUDI nach den sorgfältigen Forschungen von HEER 32 Thierarten an, welche in ihr bleibend wohnen, nämlich 18 Insecten, 13 Spinnen und 1 Schnecke (Vitrina diaphana var. glacialis).

Jedoch ist hiemit das thierische Leben der höchsten Alpenregionen noch nicht abgeschlossen. Die zahlreichen Infusorien, welche Herr Professor EHRENBERG in den von uns gesammelten Materialien nachgewiesen hat[2], zeigen, dass das kleinste thierische Leben noch bis auf die höchsten beeisten Alpengipfel reicht, an welchen die Vegetation nur mehr durch kümmerlich entwickelte Flechten vertreten ist.

---

1) SAUSSURE versuchte hier zugleich die Zahl der Insecten zu schätzen, welche in grosser Menge auf dem Firne lagen. Er zählte durchschnittlich 9 Thiere auf die Quadrattoise, was auf die Quadratmeile 12 Millionen betrüge.

2) Vergl. Cap. VIII.

REGISTER.

A. HÖHENREGISTER.

(Die röm. Ziffer I bezieht sich auf die 1850 erschienenen „Untersuchungen" etc.; Ziffer II auf das vorliegende Buch.)

B. ALLGEMEINES SACHREGISTER.

Verbesserungen.

Seite 23 Zeile 1 von unten lies 13160 statt 3160.
„ 89 „ 1 u. 2 „ „ „ Reindl „ Steindl.
„ 96 „ 9 „ „ „ Anmerk. zu 209 statt Anmerk. zu 207.
„ 107 „ 3 „ oben „ dieselbe statt derselbe.
„ 115 „ 3 „ unten „ Seite 186 „ Seite 180.
„ 135 „ 18 „ „ schalte vor „je" „und" ein.
„ 210 „ 13 „ oben lies die statt der.
„ 237 „ 10 „ „ fällt „Chrysanthemum alpinum" weg.
„ 332 „ 3 „ „ lies 9734 „ 7581.
„ 480 „ 6 „ unten „ Draper statt Droper.
„ 490 „ 3 „ „ „ „breiten" statt hellen.
„ 493 „ 6 „ oben „ Zahl und statt Zahl der.

Druck von Gebr. Unger in Berlin.

Im Verlage von **Joh. Ambr. Barth** in Leipzig erschien im Jahre 1850 und ist durch alle soliden Buchhandlungen Deutschlands und des Auslandes zu beziehen:

UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

PHYSICALISCHE GEOGRAPHIE

DER

ALPEN

IN IHREN BEZIEHUNGEN ZU DEN PHÄNOMENEN DER GLETSCHER, ZUR GEOLOGIE, METEOROLOGIE UND PFLANZENGEOGRAPHIE

VON

HERMANN SCHLAGINTWEIT UND ADOLPH SCHLAGINTWEIT.

Mit 71 im Texte befindlichen Holzschnitten, 7 in Farben gedruckten, 9 schwarzen lithographirten Tafeln und 2 in Farben gedruckten Karten in Folio.

Imperial 8. 40 Bogen. Preis eines Exemplars cartonnirt 12 Thlr. Preuss. Courant.

Es reiht sich dieses Werk, das Resultat mehrjähriger selbständiger Forschungen und der Vorläufer der vorliegenden „Neuen Untersuchungen“, den trefflichen Arbeiten von SAUSSURE, L. VON BUCH, AGASSIZ, WAHLENBERG, FORBES, STUDER und Anderen an und trägt durch die neuen vergleichenden Gesichtspunkte der Darstellung und die Vielseitigkeit des Materials, das es enthält, sehr wesentlich zur Erweiterung der wissenschaftlichen Kenntniss des eben so wichtigen als interessanten Alpengebietes bei.

Je grösser der Kreis derer ist, welche gerade in unserer Zeit die Naturwissenschaften mit Vorliebe pflegen, desto nachdrücklicher darf dieses Werk, welches sich der besondern Gunst eines ALEXANDER VON HUMBOLDT, dem es gewidmet ist, und anderer ausgezeichneter Männer erfreut, allen öffentlichen, Instituts- und Vereinsbibliotheken, wie allen Privatsammlern, deren Studienkreis seinen Inhalt irgend berührt, empfohlen werden.

In typographischer wie in artistischer Ausstattung kann es sich den besten Erzeugnissen des In- und Auslandes zur Seite stellen.

Leipzig, im Juni 1854.

Joh. Ambr. Barth
Verlagsbuchhandlung.

